Postverlagsort Würzburg 2

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

BEGRÜNDET VON A. BERLINER UND C. THESING

UNTER BESONDERER MITWIRKUNG VON
ERICH v. HOLST

HERAUSGEGEBEN VON
ERNST LAMLA

BEIRAT:
J. BARTELS · E. BEDERKE · H. BROCKMANN · P. TEN BRUGGENCATE · C. W. CORRENS · H. J. DEUTICKE
R. GRAMMEL · O. HAHN · R. HARDER · M. HARTMANN · W. HEISENBERG · A. KÜHN · M. v. LAUE
H. MARTIUS · R. W. POHL · W. WEIDEL

ORGAN DER MAX-PLANCK-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER WISSENSCHAFTEN
ORGAN DER GESELLSCHAFT DEUTSCHER NATURFORSCHER UND ÄRZTE

SPRINGER-VERLAG / BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG

45. JAHRGANG **HEFT 2 (ZWEITES JANUARHEFT)** **1958**

INHALT

AUFSÄTZE Seite

Studien zum Differenzierungsproblem an Foraminiferen. Von K. G. Grell 25

KURZE ORIGINALMITTEILUNGEN

Ein Monochromator für die UV-Mikrospektrometrie. Von H. Glubrecht 33

Die magnetische Suszeptibilität und effektive Masse der Ladungsträger in Silizium und Germanium. Von D. Geist 33

Elektrische Ladungen auf Kondensationskernen bei der Wasseraufnahme und -abgabe. Von R. Mühleisen 34

Die nach plastischer Zugverformung an reinem Kupfer mit Kobaltstrahlung röntgenographisch meßbaren Gittereigendehnungen. Von C. O. Leiber und E. Macherauch 35

Die Abhängigkeit der elektrischen Leitfähigkeit hygroskopischer Faserstoffe vom Wassergehalt. Von J. Lehmann 35

Über die Darstellung des Einkristalls von Scandiumoxyd. Von Č. Bárta, F. Petrů und B. Hájek 36

Detection of Latent Finger-print by Autoradiography. Von T. Takeuchi, M. Sakaguchi und Y. Nakamoto 36

Charakteristische Flüssigkeitsstrukturen in verdünnten Kaolinitsuspensionen. Von E. Plötze, G. Huckert und R. Plötze 36

Strunzite, a New Mineral. Von C. Frondel 37

Über ein strukturelles Einteilungsprinzip für sulfidische Erze. Von E. Hellner 38

Über die Fälibarkeit alkalisch gelöster Hemicellulosen durch Eisen-Weinsäure-Natrium-Komplexe. Von G. Jayme und D. Brüning 39

Die Konstitution des Spartyrins. Von C. Schöpf und K. Keller 39

Polarisationsoptische Phänomene der Amyloid-Disazofarbstoff-Komplexe. Von F. Seitelberger 40

Über einen Pflanzenfarbstoff aus Cichorium. Von E. Winter . 40

Zur quantitativen Bestimmung ungesättigter Fettsäuren auf Filtrierpapier. Von G. Schmidt 41

Papierchromatographische Trennung der Oestrogene. Von H. Struck 41

Zur Bestimmung von Purinen und Pyrimidinen auf Papierchromatogrammen. Von V. Blazsek 42

Mikroextraktor für biochemische und chromatographische Zwecke. Von R. Antoszewski 42

Untersuchungen über das Vorkommen von Hexosen und Glukosamin im Serumeiweiß von Haustieren. Von E. Kolb . . . 42

Zusammenhängende Untersuchung der manometrischen und elektrometrischen Meßmethode bei der Zellatmung. Von E. Pettkó und E. Kovács 43

Potentialmessungen am röntgenbestrahlten Muskel. Von H. D. Bergeder 43

Entstehung und Verhalten kernloser Zellfragmente in der Gewebekultur. Von E. Güttes 44

Treatment of Experimental Tumours by Thioctic Acid. Von V. Di Carlo, G. Maimone und G. Giordano 44

Ein Schnelltest zur Identifizierung von Merulius-Arten. Von H. Ziegler und G. Lau 45

The Occurrence of Gibberellin A_1 in Higher Plants: Isolation from the Seed of Runner Bean (Phaseolus multiflorus). Von J. MacMillan und P. J. Suter 46

Blütenbildung bei Bryophyllum durch Extrakt aus Bohnensamen. Von R. Bünsow, J. Penner und R. Harder 46

Der Einfluß experimentell veränderter Zeitschätzung auf das Heimfindevermögen bei Brieftauben. Von K. Schmidt-Koenig 47

BESPRECHUNGEN

C. Müller, Grundprobleme der mathematischen Theorie elektromagnetischer Schwingungen. (Ref.: F. Sauter) . . . 48

Halbleiterprobleme. Bd. 1. (Ref.: H. Weiss) 48

Electron Microscopy. (Ref.: F. Lenz) 48

Berichtigung 48

Drei Dialoge über Raum, Zeit und Kausalität

Von Professor Dr. **Georg Jaffé**, Department of Physics, Louisiana, State University, Louisiana, USA. 211 Seiten.
Kl.-8° 1954. Steif geheftet DM 9.60

SPRINGER-VERLAG / BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Begründet 1913 von *A. Berliner* und *C. Thesing*. 1934/35 herausgegeben von *H. Matthée*, 1936—1944 herausgegeben von *F. Süffert*, 1945—1949 herausgegeben von *A. Eucken*.

Beilage: „Mitteilungen der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte".

Bildet die Fortsetzung der „Naturwissenschaftlichen Rundschau", begründet 1886 und bis 1912 (Jahrgang 27) herausgegeben von *J. Bernstein, V. Meyer, B. Schwalbe, W. Sklarek* u. a. Braunschweig, F. Vieweg & Sohn.

Organ der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte und Organ der Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften (bis 1948 Organ der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft).

Die **„Naturwissenschaften"** erscheinen zweimal monatlich. Bestellungen nehmen jede Buchhandlung und jedes Postamt entgegen. Preis vierteljährlich 15.— DM, für das einzelne Heft 3.— DM, zuzüglich Postgebühren. Die Mitglieder der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte erhalten die Zeitschrift im Abonnement mit einem Nachlaß von 20%. Für Studierende der Naturwissenschaften ermäßigt sich der Bezugspreis auf vierteljährlich 11.25 DM zuzüglich Zustellgebühren. Lieferung läuft weiter, wenn nicht vier Wochen vor Quartalschluß abbestellt wird. Der Bezugspreis ist im voraus zahlbar.

Nachdruck: Es wird ausdrücklich darauf aufmerksam gemacht, daß mit der Annahme des Manuskripts und seiner Veröffentlichung durch den Verlag das ausschließliche Verlagsrecht für alle Sprachen und Länder an den Verlag übergeht. Grundsätzlich dürfen nur Arbeiten eingereicht werden, die vorher weder im Inland noch im Ausland veröffentlicht worden sind und die auch nachträglich nicht anderweitig zu veröffentlichen der Autor sich verpflichtet.

Es ist ferner ohne ausdrückliche Genehmigung des Verlages nicht gestattet, photographische Vervielfältigungen, Mikrofilme, Mikrophote u. ä. von den Zeitschriftenheften, von einzelnen Beiträgen oder von Teilen daraus herzustellen.

Sonderdrucke: Den Verfassern von Originalbeiträgen und Kurzen Originalmitteilungen stehen 75 Exemplare kostenfrei zur Verfügung.

Anschrift der Redaktion:
(20b) Göttingen, Jennerstr. 21, Tel. 5 97 17

Anzeigen werden von der Anzeigenabteilung des Verlages (Berlin W 35, Reichpietschufer 20 [Britischer Sektor], Tel. 24 92 51) angenommen. Die Preise wolle man unter Angabe der Größe und des Platzes erfragen.

Springer-Verlag
Berlin · Göttingen · Heidelberg

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in dieser Zeitschrift berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, daß solche Namen im Sinn der Warenzeichen- und Markenschutzgesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Redaktionelle Hinweise

I. Allgemeines.

1. Bei der Einsendung von Manuskripten an „Die Naturwissenschaften" bittet die Redaktion die Herren Autoren, stets im Auge zu behalten, daß die Zeitschrift in erster Linie den Wünschen und Interessen des weiten Kreises ihrer Leser zu dienen hat und daß daher ihnen gegenüber Sonderwünsche der Herren Autoren in bezug auf Inhalt, Form und Umfang ihrer Veröffentlichung zurücktreten müssen, falls die Redaktion dies für erforderlich hält.

2. Vor allem bittet die Redaktion, von der Einsendung von Aufsätzen Abstand zu nehmen, die nur für einen engbegrenzten Leserkreis verständlich und von Interesse sind und die daher in einer Fachzeitschrift ihren richtigen Platz haben. Ausnahmen bilden knapp gefaßte Schilderungen der Ergebnisse eben fertiggestellter Arbeiten; für diese ist die Rubrik „KOM" („Kurze Originalmitteilungen") vorgesehen. Wegen Platzmangels sind allerdings auch hier gewisse Einschränkungen nötig. In bezug auf den Inhalt: Angenommen werden können nur wirklich wichtige Arbeiten (z. B. keine bloßen Analogiearbeiten). In bezug auf den Umfang: Im Durchschnitt kann für eine einzelne KOM nur der Raum einer Spalte (etwa 1000 Silben) zur Verfügung gestellt werden.

3. Die KOM erscheinen „unter ausschließlicher Verantwortung der Autoren". Eine wissenschaftlich-kritische Stellungnahme der Herausgeber zu ihrem Inhalt erfolgt nicht. Die Redaktion prüft lediglich, ob ein genügendes Allgemein-Interesse vorliegt.

4. „Kurze Originalmitteilungen" aus dem englischen und französischen Sprachgebiet können in der Originalsprache veröffentlicht werden.

II. Spezielle Hinweise.

Alle Sendungen und Zuschriften sind zu richten an:

Redaktion der Naturwissenschaften,
(20b) Göttingen, Jennerstr. 21, Tel. 5 97 17.

In sämtlichen Fällen erhalten die Autoren eine Bestätigung über das Eintreffen von Manuskripten sowie über deren Annahme oder Ablehnung. In den Aufsätzen sind seltene und nur einem kleinen Leserkreis verständliche Fachausdrücke nach Möglichkeit zu vermeiden oder in einer Fußnote kurz zu erläutern. Literaturzitate sind fortlaufend zu numerieren; die angeführten Arbeiten werden dann in einem Literaturverzeichnis am Schluß der Arbeit zusammengestellt. Bei Erläuterung des Textes durch Figuren ist überflüssiger Aufwand zu vermeiden. Figurenvorlagen für Strichätzungen sind so sorgfältig herzustellen, daß nach ihnen ohne weitere Rückfragen Reinzeichnungen angefertigt werden können. Diese werden zur Zeitersparnis den Autoren im allgemeinen nicht vorgelegt, sondern seitens der Redaktion kontrolliert.

Photographische Abbildungen (Autotypien) können gebracht werden, soweit sachlich erforderlich. In vielen Fällen läßt sich jedoch das Wesentliche durch eine (leichter reproduzierbare) Zeichnung ebensogut zeigen.

Korrekturen.

Die Autoren der Aufsätze, Berichte und Buchbesprechungen erhalten eine Fahnenkorrektur, deren umgehende Erledigung und Rücksendung erbeten wird.

Bei den KOM wird zur Beschleunigung des Erscheinens die Korrektur von Text und Abbildungen von der Redaktion besorgt, soweit nicht der Autor bei Einsendung des Manuskriptes ausdrücklich den Wunsch äußert, diese Arbeit selbst vorzunehmen. Bei KOM ohne Figuren soll hierdurch das Erscheinen innerhalb 4 Wochen nach Eingang bei der Redaktion ermöglicht werden.

Besprechungsexemplare

Es wird gebeten, von der unverlangten Zusendung von Büchern, besonders kleineren Broschüren und Zeitschriften-Heften, abzusehen und zunächst eine Anfrage an die Redaktion zu richten, die von sich aus Exemplare anfordern wird. — Für die Rückgabe unverlangter Sendungen kann keine Gewähr übernommen werden.

Einführung in die symbolische Logik

mit besonderer Berücksichtigung ihrer Anwendungen

Von **Rudolf Carnap**, Professor der Philosophie, University of California, Los Angeles. Mit 5 Textabbildungen.
X, 209 Seiten Gr.-8°. 1954. Ganzleinen DM 27.—

SPRINGER-VERLAG / WIEN

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

45. Jahrgang Heft 2 (Zweites Januarheft) 1958

Studien zum Differenzierungsproblem an Foraminiferen

Von Karl G. Grell, Tübingen

Es ist eine grundlegende Erkenntnis der Biologie, daß Zellen und Kerne *Reaktionssysteme* sind, welche sich unter verschiedenen Bedingungen in verschiedener Weise differenzieren können. Um diese Bedingungen zu untersuchen, sind die *Protozoen* besonders geeignet, weil ihre Zellen für sich lebensfähig sind und bei ihrer Differenzierung unmittelbar beobachtet werden können. Außerdem gibt es Protozoen, bei welchen innerhalb der gleichen Zelle verschiedene Differenzierungsformen der Kerne verwirklicht werden, was auf verschiedenen intracellulären Bedingungen beruhen muß.

Verschiedene Differenzierungsformen der Zellen können bei den Protozoen *nebeneinander* vorkommen, wie es z. B. der Fall ist, wenn Zellen von verschiedenem Geschlecht ausgebildet werden. Sie können aber auch *nacheinander* im Entwicklungsgang einer Art durchlaufen werden. Dies zeigt sich besonders deutlich bei solchen Protozoen, welche einen regelmäßigen *Generationswechsel* besitzen. In den meisten Fällen wechseln hierbei zwei Generationen miteinander ab, von denen sich die eine geschlechtlich, die andere ungeschlechtlich fortpflanzt. Die sich geschlechtlich fortpflanzende Generation bezeichnet man als *Gamont*. Der Gamont erzeugt die Geschlechtszellen oder *Gameten*. Durch paarweise Vereinigung der Gameten (Befruchtung, Kopulation) entstehen die Verschmelzungszellen oder *Zygoten*. Aus der Zygote geht die sich ungeschlechtlich fortpflanzende Generation hervor. Diese wird als *Agamont* bezeichnet und erzeugt die *Agameten*. Die Agameten wachsen dann wieder zu den Gamonten heran.

Je nachdem, an welcher Stelle in einem solchen Entwicklungszyklus die Meiose erfolgt, kann man verschiedene Möglichkeiten unterscheiden. Beim *homophasischen* Generationswechsel findet die Meiose entweder bei der Gametenbildung oder unmittelbar nach der Ausbildung der Zygote statt, so daß beide Generationen der gleichen (diploiden oder haploiden) Kernphase angehören. Beim *heterophasischen* Generationswechsel erfolgt sie dagegen bei der Ausbildung der

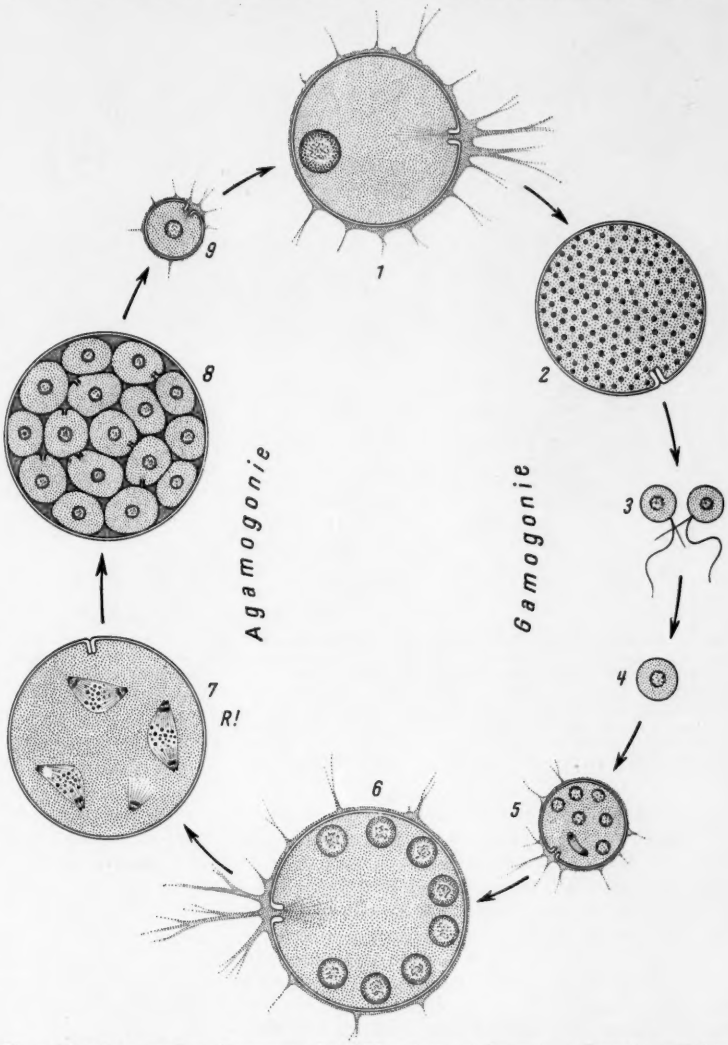


Fig. 1. *Myxotheca arenilega* Schaudinn. Entwicklungsgang. *1* Gamont; *2* Gamont nach Ausbildung der Gametenkerne; *3* Kopulation der freischwimmenden Gameten; *4* Zygote; *5* junger Agamont (erste Phase der Agamogonie); *6* erwachsener Agamont; *7* Meiose; *8* Ausbildung der Agameten; *9* junger Agamet (= Gamont). Nach Grell (1956)

Agameten, so daß der Gamont haploid, der Agamont diploid ist.

Lange Zeit schien es, daß ein solcher heterophasischer Generationswechsel nur im Pflanzenreich vorkommt. Daher war es eine große Überraschung, als der französische Protozoologe Le Calvez im Jahre 1950 [3b] die Mitteilung machte, daß auch die *Foraminiferen* einen heterophasischen Generationswechsel besitzen. Wenn seine Angabe, die sich auf die Untersuchung zweier Arten stützte, allgemein zutraf, so mußten die Foraminiferen besonders günstige Untersuchungsobjekte für das Problem der Zelldifferenzierung sein. Hierzu war aber eine genauere Kenntnis ihrer Fortpflanzungsweisen erforderlich, als man sie bis dahin besaß.

Von diesem Gedanken ausgehend, habe ich in den letzten Jahren Methoden zur Kultur von Foraminiferen ausgearbeitet, so daß es mir möglich war, eine ganze Reihe von Arten näher zu untersuchen. Dabei ergaben sich einige Befunde, welche für das Problem der Zell- und Kerndifferenzierung von Interesse sind.

Wenn ich diese Befunde an Hand einiger Entwicklungsschemata (Fig. 1—6) bespreche, so muß ich vorausschicken, daß sich beide Generationen bei den Foraminiferen schon äußerlich in sehr mannigfaltiger Weise voneinander unterscheiden können. Bei den monothalamen[1]) Arten, welche nur aus einer Kammer bestehen, sind beide Generationen entweder überhaupt nicht verschieden, oder sie weichen nur durch die Größe, welche sie bei Eintritt der Fortpflanzung erreichen, voneinander ab. So sind die Gamonten von *Myxotheca arenilega* (Fig. 1) in der Regel kleiner als die Agamonten. Unter den polythalamen Arten fand ich die gleiche Beziehung auch bei *Patellina corrugata* (Fig. 2), den *Rotaliella*-Arten (Fig. 3 und 4) und *Rubratella intermedia* (Fig. 5). Bei *Glabratella sulcata* (Fig. 6), wo sich beide Generationen auch morphologisch unterscheiden, werden die Gamonten dagegen meistens größer als die Agamonten. In allen diesen Fällen ist der Größenunterschied nur statistisch erfaßbar.

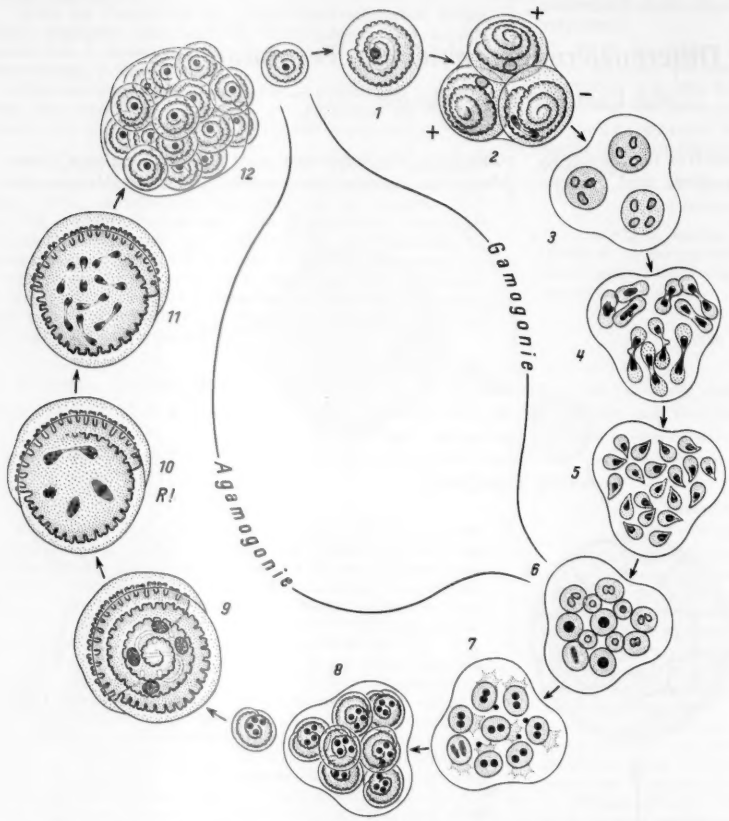


Fig. 2. *Patellina corrugata* Williamson. Entwicklungsgang. *1* Gamont; *2* Aggregat aus drei Gamonten (zwei vom +-, einer vom —-Geschlecht); *3* Plasmakörper der Gamonten auf dem Boden des von den leeren Schalen überdachten Raumes; *4* letzte Gamogoniemitose und Gametenbildung; *5* Gameten (zwölf vom +-, acht vom —-Geschlecht); *6* acht Zygoten und vier Restgameten (vom +-Geschlecht); *7* zweikernige Agamonten (nach der ersten metagamen Mitose); *8* junge (vierkernige) Agamonten; *9* erwachsener (vierkerniger) Agamont; *10* Meiose I; *11* Meiose II; *12* Ausbildung der Agameten. Die Gamonten und Gameten des +-Geschlechts sind etwas dichter punktiert dargestellt als die des —-Geschlechts

Daß beide Generationen auch verschiedengroße Anfangskammern besitzen — ein Unterschied, welcher bekanntlich dazu geführt hat, den Gamonten als „makrosphärisch", den Agamonten als „mikrosphärisch" zu bezeichnen — scheint nur für solche Foraminiferen zu gelten, welche freischwimmende Gameten hervorbringen (*Polystomella, Peneroplis*).

Die *geschlechtliche Fortpflanzung (Gamogonie)* verläuft bei den von mir untersuchten Arten in sehr verschiedener Weise. Dabei lassen sich drei Möglichkeiten unterscheiden:

1. Ausbildung begeißelter Gameten, welche außerhalb der Schale des Gamonten kopulieren (*Myxotheca arenilega*, Fig. 1);

2. Paarung von Gamonten (Gamontogamie), welche amöboide (*Patellina corrugata*, Fig. 2, *Rubratella intermedia*, Fig. 5) oder begeißelte Gameten (*Glabratella sulcata*, Fig. 6) hervorbringen, die innerhalb des von den Gamonten umschlossenen Schalenraumes kopulieren;

3. Ausbildung amöboider Gameten, welche innerhalb der Schale des gleichen Gamonten, d.h. autogam kopulieren (*Rotaliella*-Arten, Fig. 3 und 4).

Da sich weder die Gameten noch die Gamonten bei ihrer Paarung morphologisch unterscheiden, lag es nahe, zunächst die Frage nach ihrer *sexuellen Differenzierung* zu untersuchen. Die einzige der oben aufgeführten Arten, welche freischwimmende Gameten erzeugt, ist *Myxotheca arenilega* (Fig. 1). Isoliert man einen einzelnen Gamonten, so zeigt sich, daß die von ihm gebildeten Gameten miteinander kopulieren

[1]) θάλαμος = Kammer.

können. Unter der Voraussetzung, daß die sich paarenden Gameten geschlechtsverschieden sind, muß es sich also bei *Myxotheca arenilega* um eine *monöcische* Art handeln. Leider war es aber nicht möglich, diese Voraussetzung zu prüfen, da die Gameten nur von kurzer Lebensdauer sind und daher nicht zu „Restgametenversuchen" verwendet werden konnten. Bei Arten der Gattung *Iridia*, welche ebenfalls monothalam ist und freischwimmende Gameten bildet, gelang es dagegen nie, eine Kopulation von Gameten zu erzielen, welche von dem gleichen Gamonten stammten. Die *Iridia*-Arten sind daher wohl *diöcisch* — eine Vermutung, welche auch schon von LE CALVEZ (1938 [*3a*]) ausgesprochen wurde.

Bei den gamontogamen Arten war zu untersuchen, ob schon die Gamonten geschlechtsverschieden sind oder ob sich diese Differenzierung erst auf die Gameten erstreckt. Nachdem LE CALVEZ [*3b*] bereits eine Zweigeschlechtlichkeit für die Gamonten von *Discorbis mediterranensis* nachgewiesen hatte, schien mir eine solche Untersuchung vor allem bei *Patellina corrugata* (Fig. 2) aufschlußreich, weil die geschlechtliche Fortpflanzung bei dieser Art regelmäßig damit beginnt, daß sich Aggregate von *mehreren* Gamonten bilden. Diese Aggregate können bis zu 12 Gamonten umfassen. Unsere Versuche ergaben, daß trotz der scheinbar so willkürlichen Aggregatbildung immer *zwei Geschlechter* differenziert sind, von denen man das eine als +-, das andere als —-Geschlecht bezeichnen kann. Untereinander können die Gamonten des gleichen Geschlechts keine Aggregate bilden. Vereinigt man aber mehrere +- und mehrere —-Gamonten miteinander, so schließen sie sich nach einiger Zeit zu Aggregaten zusammen. Durch Markierung der einen Gamontensorte mit Neutralrot ließ sich nachweisen, daß an den Aggregaten immer beide Geschlechter beteiligt sind, wenn auch in wechselnden Zahlenverhältnissen.

In unserem Schema (Fig. 2) ist angenommen, daß sich drei Gamonten zu einem Aggregat zusammengeschlossen haben, wie es auch statistisch am häufigsten der Fall ist. Nach ihrer Vereinigung beginnen die Gamonten sofort mit der Gamogonie. Kurz vor der letzten Gamogoniemitose schlüpfen ihre Plasmakörper aus den Schalen heraus, so daß die weitere Entwicklung auf dem Boden des von den leeren Schalen überdachten Raumes stattfindet. Hier zerfallen alle Plasmakörper in eine ihrer Kernzahl entsprechende Anzahl von Teilstücken, von denen sich jedes bei der letzten Gamogoniemitose in zwei Gameten teilt. Da die Gamonten verschieden groß und beide Geschlechter in verschiedenen Zahlenverhältnissen in dem Aggregat vertreten sein können, kommt es nur ausnahmsweise vor, daß die Anzahl der Gameten des +- und —-Geschlechts gleich ist. Wie Markierungsversuche ergaben, können aber nur +- und —-Gameten miteinander kopulieren. Infolgedessen bleibt meistens ein Teil der Gameten als „Restgameten" übrig. Diese sind vom gleichen Geschlecht und werden von den Zygoten phagocytiert, wobei nur ihre Kerne als pyknotische[1]) Körper ausgestoßen werden.

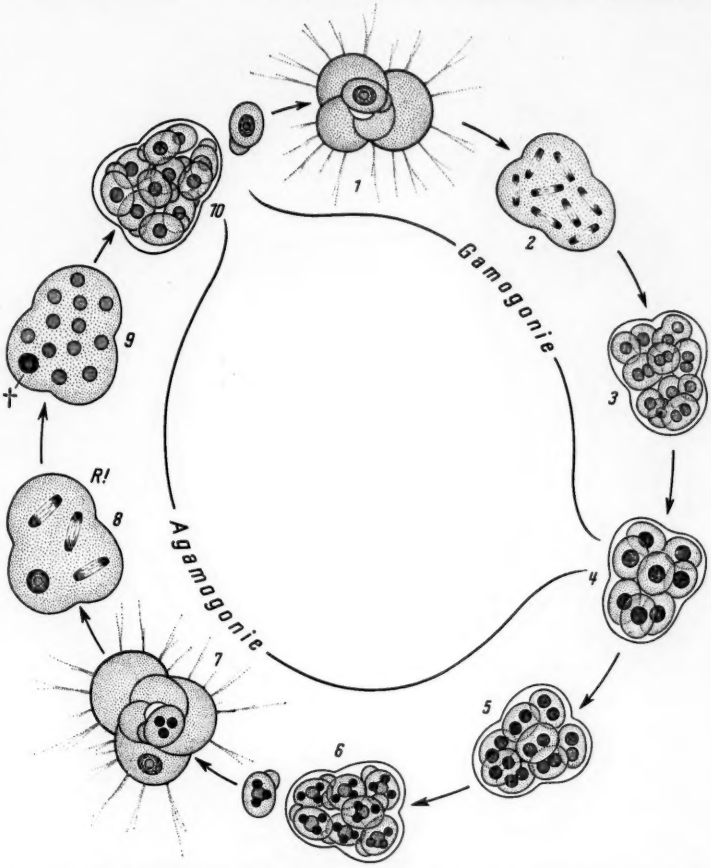


Fig. 3. *Rotaliella heterocaryotica* GRELL. Entwicklungsgang. *1* Erwachsener Gamont; *2* letzte Gamogoniemitose; *3* autogame Kopulation der Gameten; *4* Zygoten; *5* zweikernige Agamonten; *6* vierkernige Agamonten; *7* erwachsener Agamont; *8* erste meiotische Teilung; *9* Ende der zweiten meiotischen Teilung; *10* Ausbildung der Agameten. † Degenerierender Somakern. Nach GRELL (1954)

Rubratella intermedia und *Glabratella sulcata* unterscheiden sich in ihrer geschlechtlichen Fortpflanzung von *Patellina corrugata* dadurch, daß sich immer nur *zwei* Gamonten miteinander vereinigen.

Bei *Rubratella intermedia* (Fig. 5) können die Gamonten, welche sich miteinander paaren, von gleicher oder verschiedener Größe sein (Fig. 7). In beiden Fällen ist aber die Anzahl der Gameten, welche von den gepaarten Gamonten hervorgebracht werden, ungefähr gleich. Worauf diese Regulation beruht, wissen wir nicht. Während nun bei gleicher Größe beider Partner auch die entstehenden Gameten gleich-

[1]) πυκνός = dicht.

groß sind (*a*—*d*), werden bei verschiedener Größe beider Gamonten auch verschieden große Gameten erzeugt (*a'*—*d'*). Die Gameten des kleineren Partners besitzen auch stärker kondensierte Kerne. Es ist klar, daß dieser Unterschied nicht auf einer Geschlechtsverschiedenheit der Gameten beruhen kann, sondern lediglich modifikatorisch bedingt ist. Nichtsdestoweniger liefert diese „Pseudo-Anisogametie" den Beweis, daß eine sexuelle Differenzierung der Gameten bestehen muß. Kurz vor der Karyogamie enthält nämlich jede Zygote einen kleinen, d.h. stärker kondensierten und einen großen Vorkern. Es können daher nur Gameten des einen mit solchen des anderen Gamonten kopulieren. Unter Berücksichtigung der Befunde an anderen gamontogamen Foraminiferen darf man daher wohl annehmen, daß auch die Gamonten von *Rubratella intermedia* bereits geschlechtlich differenziert sind.

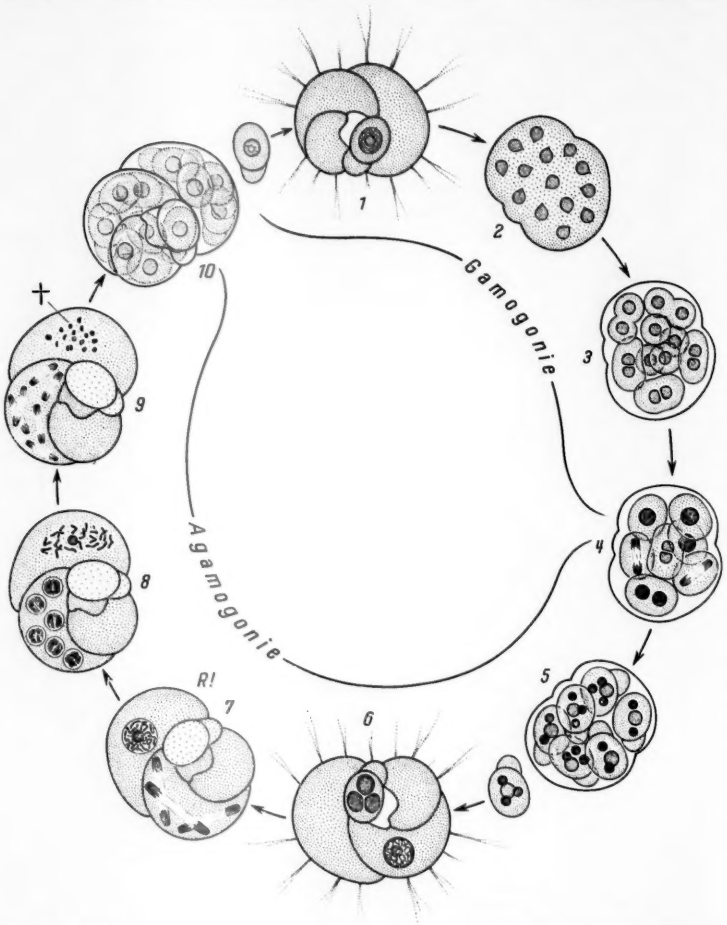


Fig. 4. *Rotaliella roscoffensis* GRELL. Entwicklungsgang. *1* Gamont; *2* Ausbildung der Gametenkerne; *3* autogame Kopulation der Gameten; *4* Zygoten und erste metagame Teilung; *5* junge (teils drei-, teils vierkernige) Agamonten; *6* erwachsener Agamont (generative Kerne meiotisch angeschwollen); *7* Anaphase der ersten meiotischen Teilung; *8* Metaphase; *9* Anaphase der zweiten meiotischen Teilung (Zerstreuung und Pyknose der Chromosomen des somatischen Kerns); *10* Ausbildung der Agameten. Nach GRELL (1957)

Bei *Glabratella sulcata* (Fig. 6) war es leider nicht möglich, die Frage einer sexuellen Verschiedenheit der Gamonten zu prüfen. Die Gamonten, welche sich miteinander paaren, sind bei dieser Art meistens gleich groß. Sie bilden hunderte von Gameten aus, von denen jedoch regelmäßig nur ein Bruchteil zur Kopulation kommt. Diese Erscheinung beruht aber nicht darauf, daß die Gameten eines Geschlechts in der Überzahl gebildet werden, sondern auf einer vom Geschlecht unabhängigen, in der Reaktionsnorm festgelegten Variabilität ihres Kopulationsvermögens. Die Zygoten vergrößern sich noch innerhalb der Gamontenschalen beträchtlich, indem sie die Gameten, welche nicht zur Kopulation gekommen sind, phagocytieren.

Bei allen gamontogamen Arten bildet die Paarung bzw. Aggregatbildung die Voraussetzung für den Beginn der Gamogonie. Isolierte Gamonten sind zwar noch recht lange lebensfähig, gehen aber doch früher oder später zugrunde.

Anders verhält es sich in dieser Beziehung mit den autogamen *Rotaliella*-Arten (Fig. 3 und 4). Bei ihnen wird die Gamogonie ausgelöst, sobald der Gamont eine bestimmte Wachstumsgröße erreicht hat. Jeder Gamont bildet für sich Gameten aus, welche paarweise miteinander kopulieren. Da die letzte Gamogoniemitose synchron verläuft, entsteht immer eine gerade Anzahl von Gameten. Nimmt man an, daß die kopulierenden Gameten auch in diesem Falle geschlechtsverschieden sind, so kann man der letzten Gamogoniemitose den Charakter einer differentiellen Teilung zuschreiben, die zur Ausbildung eines +- und —-Gameten führt. Für eine sexuelle Differenzierung der Gameten könnte sprechen, daß bei *Rotaliella heterocaryotica* gelegentlich Karyogamiestadien zur Beobachtung kommen, bei welchen immer der eine Vorkern etwas stärker kondensiert ist als der andere (Fig. 8).

Abschließend läßt sich also sagen: Wenn auch der Nachweis einer geschlechtlichen Verschiedenheit der Gameten oder Gamonten nicht für alle Arten erbracht werden konnte, so sprechen doch alle genauer analysierten Fälle im Sinne der Sexualitätstheorie (M. HARTMANN [*2*]).

Die *ungeschlechtliche Fortpflanzung (Agamogonie)* besteht bei allen untersuchten Foraminiferen in *zwei Phasen*. Die erste Phase, welche lediglich zu einer Kernvermehrung führt, findet bereits statt, bevor das eigentliche Wachstum des Agamonten einsetzt. Die zweite Phase ist mit der Meiose verbunden und erfolgt erst, wenn der Agamont eine bestimmte Größe erreicht hat. Sie endet mit der Ausbildung der Aga-

meten. Bei *Myxotheca arenilega* (Fig. 1) spielen sich beide Phasen an den freilebenden Agamonten ab. Für alle polythalamen Arten (Fig. 2—6) ist dagegen kennzeichnend, daß sich die erste Phase noch vor dem Ausschlüpfen der jungen Agamonten ereignet, so daß diese bereits mehrkernig sind, wenn sie die Schalen der Gamonten verlassen. Während ihrer Wachstumsphase sind also die Gamonten einkernig, die Agamonten mehrkernig. Ausnahmen von dieser Regel werden weiter unten besprochen.

Die Anzahl der Kernteilungen, welche die erste Phase der Agamogonie bilden, ist bei den polythalamen Arten verschieden. Bei *Patellina corrugata* (Fig. 2) und den *Rotaliella*-Arten (Fig. 3 und 4) finden nur zwei metagame Mitosen[1]) statt. *Rubratella intermedia* (Fig. 5) führt dagegen drei Teilungen aus. Nach der zweiten Teilung degeneriert aber regelmäßig einer der vier Geschwisterkerne, so daß die ausschlüpfenden Agamonten sechskernig sind. Bei *Glabratella sulcata* (Fig. 6) ist die Zahl der metagamen Teilungen sehr variabel, so daß die jungen Agamonten ganz verschiedene Kernzahlen aufweisen.

Von allgemeiner Bedeutung ist nun die Tatsache, daß die Kerne, welche das Ergebnis der metagamen Teilungen bilden, bei einigen Arten untereinander gleich bleiben, während sie sich bei anderen Arten in verschiedener Weise differenzieren. Von den hier behandelten Arten sind *Myxotheca arenilega* und *Patellina corrugata homokaryotisch*, die *Rotaliella*-Arten, *Rubratella intermedia* und *Glabratella sulcata* dagegen *heterokaryotisch*.

Als Beispiel einer *homokaryotischen* Art betrachten wir die Verhältnisse bei *Patellina corrugata* (Fig. 2). Alle Kerne des Agamonten sind hier aufgelockert und besitzen einige randständige Nukleolen. Obwohl nur zwei metagame Kernteilungen stattfinden, enthalten die Agamonten nicht immer vier Kerne, wie es im Schema dargestellt ist, sondern eine sehr *variable Kernzahl*, die etwa zwischen 1 und 12 liegt. Diese Variabilität ist darauf zurückzuführen, daß die Vierkernstadien häufig miteinander verschmelzen und die Verschmelzungsprodukte wieder in Teilstücke von verschiedenem Umfange zerfallen können, die sich dann zu den jungen Agamonten entwickeln. Worauf diese Vorgänge, welche in unseren Kulturen regelmäßig stattfinden, eigentlich beruhen, läßt sich vorläufig noch nicht beurteilen. Hier interessieren sie uns nur deshalb, weil sie uns ermöglichen, eine Beziehung zwischen Kernzahl und Plasmamenge zu erkennen.

Wir bezeichnen die Größe, bis zu welcher ein Agamont heranwächst, wenn seine Kerne mit der Meiose beginnen, als *Grenzgröße*. Ist diese Größe erreicht, so wird das Wachstum eingestellt. Als Maß für die Grenzgröße benutzen wir die Grundfläche des Agamonten, d.h. den vom Plasma ausgefüllten Flächenbereich, der sich mit dem Planimeter ausmessen läßt.

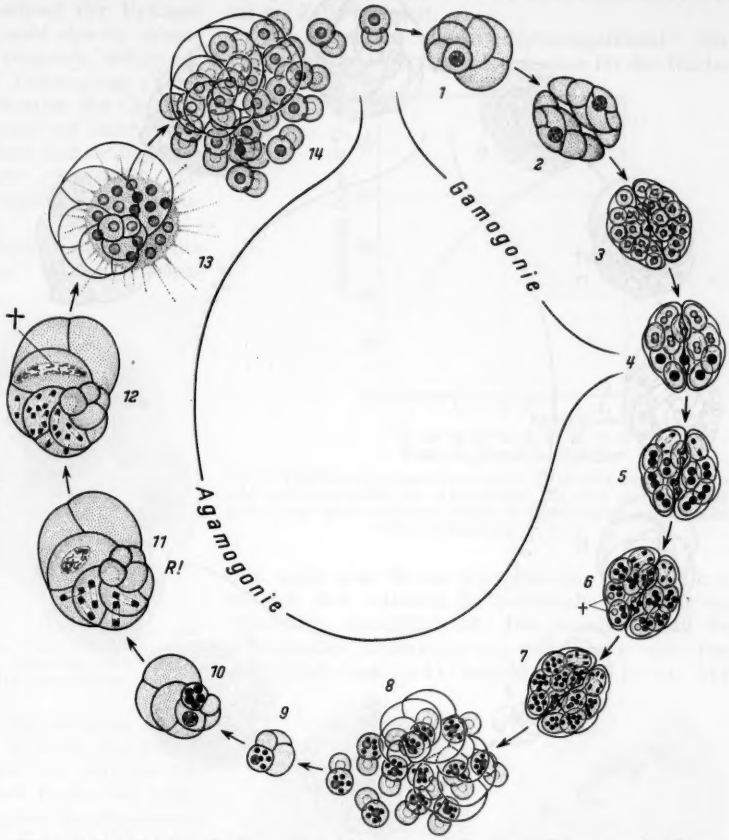


Fig. 5. *Rubratella intermedia* GRELL. Entwicklungsgang. *1* Gamont; *2* Paarung zweier Gamonten; *3* Ausbildung der Gameten; *4* Zygoten (teilweise noch Karyogamie); *5* zweikernige Agamonten (teilweise noch erste metagame Teilung); *6* vierkernige Agamonten (teilweise noch zweite metagame Teilung, teilweise schon Degeneration eines der vier Geschwisterkerne); *7* sechskernige Agamonten (teilweise noch dritte metagame Teilung); *8* Ausschlüpfen der jungen Agamonten (ein somatischer und fünf generative Kerne); *9, 10* Wachstumsstadien des Agamonten; *11* erste meiotische Teilung; *12* zweite meiotische Teilung (somatischer Kern in Längsstreckung); *13, 14* Ausbildung der Agameten. Nach GRELL (1958)

Ein Vergleich der Grundflächen von in Meiose begriffenen Agamonten, welche die gleiche Kernzahl besitzen, zeigt eine starke Variabilität. Wenn man aber den Mittelwert der Grundflächen aller Agamonten gleicher Kernzahl berechnet und die Mittelwerte von Agamonten verschiedener Kernzahl vergleicht, so wird deutlich, daß die durch die Grundfläche ausgedrückte Grenzgröße mit wachsender Kernzahl ansteigt (Fig. 9). Mit anderen Worten: *die Meiose wird dann ausgelöst, wenn jedem Kern eine bestimmte Plasmamenge entspricht.* Sobald die Grenzgröße des Wachstums erreicht ist, muß eine bestimmte Bedingung im Cytoplasma auftreten, welche den Eintritt der Meiose herbei-

[1]) *Metagame* Kernteilungen sind solche, die unmittelbar nach der Befruchtung erfolgen.

führt. Man könnte sich vorstellen, daß es sich bei dieser Bedingung um einen meioseauslösenden Stoff handelt.

Da die Grenzgröße von der Kernzahl abhängt, müssen alle Kerne am Stoffwechsel der Zelle beteiligt sein. Wenn sie ihre stoffwechselphysiologische Aktivität beendet haben, beginnen sie mit der Meiose, welche dazu führt, daß die Anzahl der Kerne auf das Vierfache vermehrt wird. Die Agamontenkerne von *Patellina corrugata* sind also sowohl „Stoffwechselkerne" als auch „Fortpflanzungskerne".

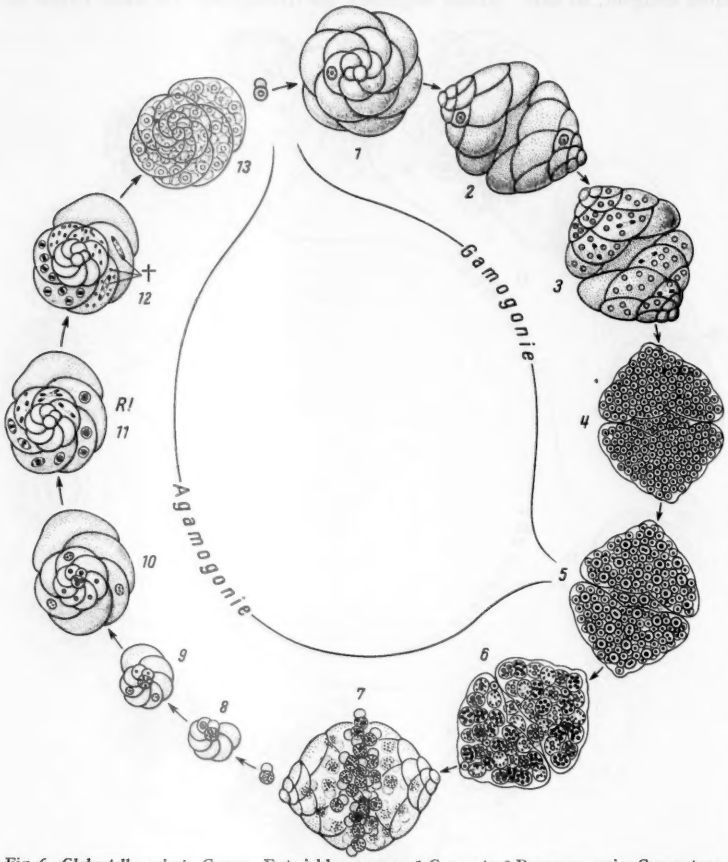


Fig. 6. *Glabratella sulcata* GRELL. Entwicklungsgang. *1* Gamont; *2* Paarung zweier Gamonten; *3* Gamogonie; *4* Gameten; *5* Kopulation (nur ein Bruchteil der Gameten) und Zygoten; *6* metagame Teilungen; *7* Ausschlüpfen der jungen Agamonten; *8, 9* Wachstumsstadien eines Agamonten; *10* erwachsener Agamont (drei somatische, neun generative Kerne); *11* erste meiotische Teilung; *12* zweite meiotische Teilung (Längsstreckung und Zerfall der somatischen Kerne); *13* Ausbildung der Agameten. Nach GRELL (1958)

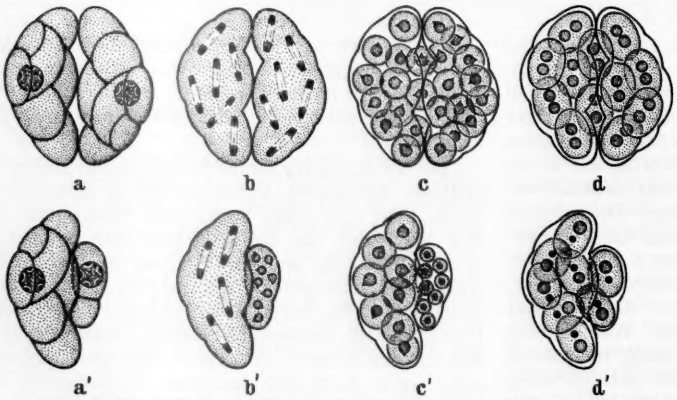


Fig. 7. *Rubratella intermedia* GRELL. Schema der Paarung, Gametenbildung und Kopulation bei gleicher (*a—d*) und verschiedener Größe (*a'—d'*) der beiden Gamonten; *a, a'* Paarung der Gamonten; *b, b'* Gamogonie; *c, c'* Gameten; *d, d'* Karyogamie. Nähere Erklärung im Text. Nach GRELL (1958)

Diese Situation ist nun bei den *heterokaryotischen* Arten völlig anders. Bei den *Rotaliella*-Arten (Fig. 3 und 4) und *Rubratella intermedia* (Fig. 5) schwillt unmittelbar nach der letzten metagamen Teilung einer der Kerne an, bildet einen Nukleolus *(Rotaliella)* oder mehrere Nukleolen *(Rubratella)* aus und rückt — sobald der Agamont etwas herangewachsen ist — aus der Anfangskammer in eine jüngere Kammer herein. Die übrigen Kerne behalten ihre Kondensation bei, bilden keine Nukleolen und bleiben zunächst noch in der Anfangskammer liegen. Sie verlassen diese erst zu Beginn der Meiose. Diese wird nur von den kleinen Kernen in normaler Weise ausgeführt, während der große früher oder später eliminiert wird. Die kleinen kann man daher als die *generativen* Kerne, den großen als den *somatischen* Kern bezeichnen.

Auch bei *Glabratella sulcata* (Fig. 6) ist zunächst nur ein somatischer Kern ausgebildet. Während der Wachstumsphase des Agamonten schwellen aber nacheinander noch weitere Kerne an, bilden Nukleolen aus und rücken hinter dem zuerst differenzierten Somakern her, so daß bei Erreichung der Grenzgröße mehrere (meistens drei) somatische Kerne vorhanden sind, denen eine wechselnde Anzahl generativer Kerne gegenübersteht. Alle somatischen Kerne werden auch in diesem Falle eliminiert.

Die Elimination der somatischen Kerne erfolgt auf verschiedene Weise. Bei *Rotaliella heterocaryotica* (Fig. 3) schwillt der Somakern nur etwas an, wird dann aber bald darauf pyknotisch und zerfällt in einzelne Brocken, die im Plasma resorbiert werden. Bei den übrigen Arten nehmen die Somakerne dagegen in sehr charakteristischer Weise an der Meiose der generativen Kerne teil. Es unterbleibt nur die Paarung

der Homologen *(Asynapsis)*. Die Chromosomen kondensieren sich als Univalenten. Sie bilden keine Äquatorialplatte, sondern werden wahllos an der Spindel befestigt. Nach der Spindelstreckung löst sich die Kernmembran auf. Die Chromosomen werden im Cytoplasma verstreut, wo sie schnell der Pyknose verfallen und verschwinden. Obwohl also die Somakerne noch auf die Bedingungen reagieren, welche zur Auslösung einzelner meiotischer Teilvorgänge (Volumenzunahme des Kerns, Kondensation der Chromosomen, Spindelbildung) führen, sind sie durch ihren Determinationszustand so verändert, daß sie die Phase der Homologenpaarung gleichsam „verpassen". Dadurch kommt es zu einer „Entkoppelung" der meiotischen Prozesse.

Welche physiologische Bedeutung könnte nun dieser Kerndimorphismus besitzen? Da sich die soma-

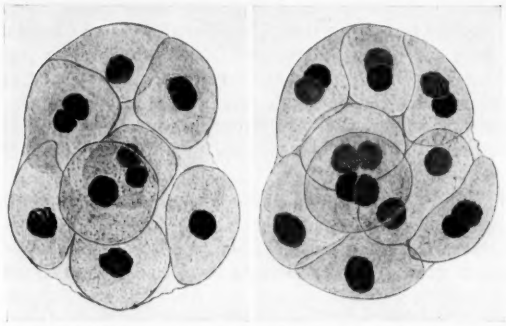


Fig. 8. *Rotaliella heterocaryotica* GRELL. Zwei Gamonten mit Zygoten, teilweise noch in Karyogamie. Verschiedene Kondensation der verschmelzenden Vorkerne. Fixierung nach BOUIN-ALLEN. Feulgen-Färbung. Vergr. etwa 700fach

tischen Kerne auflockern, Nukleolen ausbilden und in Bereiche der Zelle hereinrücken, in denen eine höhere Stoffwechselaktivität zu vermuten ist, liegt die Annahme nahe, daß die somatischen Kerne den Stoffwechsel während der Wachstumsphase des Agamonten steuern, wogegen die generativen Kerne, welche während der Wachstumsphase kondensiert bleiben, nur noch die Aufgabe haben, die Meiose durchzuführen.

Leider scheiterten alle Versuche, diese Annahme durch selektive Ausschaltung einer der beiden Kernsorten zu beweisen, an methodischen Schwierigkeiten. Daher war es ein großes Glück, daß *Rotaliella roscoffensis* (Fig. 4) derartige „Experimente" gewissermaßen „mit sich selbst" anstellt. Bei dieser Art kommt es nämlich häufig vor, daß von den vier Kernen, welche bei der zweiten metagamen Teilung gebildet werden, einzelne degenerieren. Von 1000 Agamonten, deren Kernzahl geprüft wurde, besaßen z.B. 76,1% vier, 22,5% drei und 1,4% zwei Kerne. Alle Agamonten mit weniger als vier Kernen besitzen einen somatischen Kern und wachsen normal heran. Ihre Grenzgröße ist unabhängig von der Anzahl der generativen Kerne. Agamonten, welche keinen Somakern besitzen, sind niemals beobachtet worden, jedenfalls nicht in Wachstumsphase.

Gelegentlich kommt es bei *Rotaliella roscoffensis* vor, daß alle generativen Kerne fehlen. Auch derartige Agamonten, welche sich von den Gamonten dadurch unterscheiden, daß ihr Kern auf einem bestimmten Wachstumsstadium nicht in der Anfangskammer, sondern in einer jüngeren Kammer liegt, wachsen normal heran (Fig. 10a). Wenn sie die Grenzgröße erreicht haben, verhält sich ihr Somakern genau so, wie er sich verhielte, wenn generative Kerne vorhanden wären: er führt eine asynaptische Pseudomeiose durch und geht zugrunde (b). Damit ist aber auch das Schicksal der Zelle besiegelt.

Wir sehen aus diesem „Naturexperiment" (BOVERI), daß die generativen Kerne zwar für das Wachs-

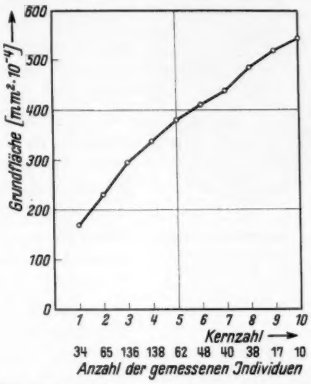
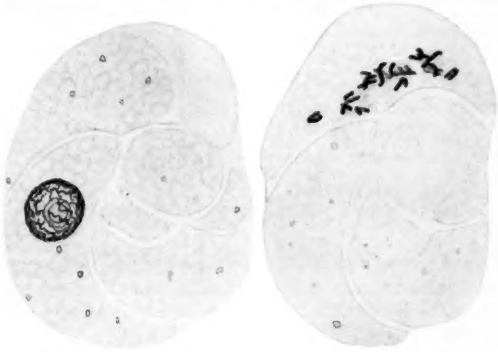


Fig. 9. *Patellina corrugata* WILLIAMSON. Beziehung zwischen Kernzahl und Grenzgröße der Agamonten. Als Maß für die Grenzgröße dient die Grundfläche, welche in Mittelwerten angegeben ist. Nähere Erklärung im Text

tum, nicht aber für die Fortpflanzung der Zelle entbehrlich sind, während der somatische Kern für das Wachstum unerläßlich ist. Die Annahme, daß der strukturellen Differenzierung der Kerne auch eine funktionelle entspricht, besteht also zu Recht. Wir



a b

Fig. 10a u. b. *Rotaliella roscoffensis* GRELL. Agamonten ohne generative Kerne. a Somakern in der vorletzten Kammer; b Somakern in Pseudomeiose. Fixierung nach BOUIN-ALLEN. Feulgen-Färbung. Vergr. etwa 980fach. Nach GRELL (1957)

können die somatischen Kerne als „Stoffwechselkerne", die generativen als „Fortpflanzungskerne" bezeichnen.

Hierbei drängt sich nun die Frage auf: Wie kommt diese Differenzierung zustande? Da alle Abkömmlinge des Synkaryons den gleichen diploiden Chromosomenbestand haben, kann ihre verschiedene Determination nicht genetisch bedingt sein. Sie müssen vielmehr eine *alternative Reaktionsnorm* besitzen, auf Grund deren sie unter verschiedenen Bedingungen entweder die generative oder die somatische Differenzierungsrichtung einschlagen.

Um die Natur dieser Bedingungen zu verstehen, sind vor allem die Verhältnisse bei *Glabratella sulcata* (Fig. 6) aufschlußreich. Wie wir sahen, werden hier nacheinander während der Wachstumsphase des Agamonten somatische Kerne differenziert. Gelegentlich kommt es auch bei dieser Art vor, daß die Agamonten sehr wenige, z.B. nur zwei Kerne besitzen (Fig. 11). Auch in einem solchen Falle ist immer ein Kern von Anfang an als Somakern differenziert (a). Sobald nun der Agamont ein bestimmtes Wachstumsstadium erreicht hat, wird auch noch der letzte Kern zu einem Somakern (b), so daß der Zelle das gleiche Schicksal beschieden sein dürfte wie den einkernigen Agamonten von *Rotaliella roscoffensis* (Fig. 10).

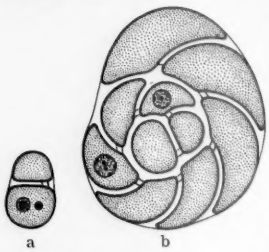


Fig. 11 a u. b. *Glabratella sulcata* GRELL. Zweikernige Agamonten. a Kurz nach dem Ausschlüpfen; b Wachstumsstadium. Halbschematisch. Nach GRELL (1958)

Diese Beobachtung macht es sehr unwahrscheinlich, daß die Determination der Somakerne schon bei einer metagamen Kernteilung erfolgt, die den Charakter einer differentiellen Mitose hätte. Es ist auch

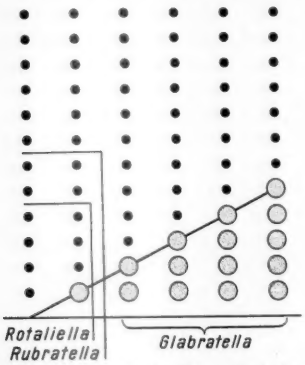


Fig. 12. Nähere Erklärung im Text. Nach GRELL (1958)

schwer vorstellbar, daß die determinierende Bedingung an einen bestimmten Plasmabereich gebunden ist, um so mehr, als die Kerne auch gar keine Lagebeziehung zu einer solchen Region erkennen lassen.

Alle Befunde sprechen vielmehr dafür, daß die Determination der Somakerne erst unmittelbar vor ihrer Differenzierung und zwar durch eine *allgemeine Bedingung* im Cytoplasma des Agamonten erfolgt. Um verständlich zu machen, daß normalerweise nur einzelne Kerne zu Somakernen determiniert werden, könnte man sich folgende Vorstellung bilden: Wenn die metagamen Kernteilungen beendet sind, setzt die Produktion eines *Determinationsstoffes* ein, dessen Konzentration langsam ansteigt. Die Kerne variieren in ihrer Fähigkeit, auf diesen Stoff zu reagieren. Derjenige Kern wird zu einem Somakern bestimmt, der zuerst auf den Determinationsstoff anspricht, der also gewissermaßen die unterste „Reizschwelle" besitzt. Bei den *Rotaliella*-Arten und *Rubratella intermedia* wäre dieses System so eingestellt, daß nur *ein* Somakern determiniert wird. Man könnte sich ja denken, daß der Stoff bei der Determination verbraucht wird oder daß der determinierte Kern seine Weiterbildung verhindert. Bei *Glabratella sulcata* aber würde der Stoff auch noch während der Wachstumsphase des Agamonten produziert werden, so daß weitere Kerne — gemäß ihrer abgestuften Reaktionsfähigkeit — zu Somakernen bestimmt werden.

In schematischer Weise ist diese Vorstellung in Fig. 12 dargestellt. Die variierende Reaktionsfähigkeit der Kerne ist dadurch angedeutet, daß diese in verschiedener Höhe gezeichnet sind. Die zunehmende Konzentration des Determinationsstoffes wird durch eine ansteigende Linie versinnbildlicht. Die nicht — oder noch nicht — zu Somakernen determinierten Kerne sind als kleine schwarze Kreise, die Somakerne als große punktierte Kreise eingezeichnet.

Nicht nur Zellen und Kerne, sondern auch *Chromosomen* sind Reaktionssysteme. Auch sie können verschiedene Differenzierungsformen verwirklichen. Das bekannteste Beispiel bilden die Polytänchromosomen, die nur in den Zellkernen bestimmter Gewebe vorkommen und dabei verschiedene Grade der Polytänie [1]) erreichen können.

Die Querscheiben dieser Polytänchromosomen werden bekanntlich als die Orte der Gene betrachtet. Neuere Untersuchungen haben gezeigt, daß sich die Querscheiben unter bestimmten Bedingungen stark auflockern können, wobei sich Anhaltspunkte dafür ergaben, daß solche „strukturmodifizierten" Querscheiben physiologisch tätig sind. Jedem Gewebe, in welchem Polytänchromosomen ausgebildet werden, entspricht ein spezifisches Muster strukturmodifizierter Querscheiben — eine Beobachtung, die wiederum im Einklang mit gewissen genetischen Erfahrungen steht, daß in bestimmten Zellen bestimmte Genmuster aktiviert sind. Das Erbgefüge scheint also selbst ein Reaktionssystem zu sein. Vielleicht wird diese Erkenntnis einmal den Schlüssel für das Verständnis aller Differenzierungsvorgänge an Chromosomen, Kernen und Zellen bilden.

Literatur

[1] GRELL, K. G.: a) Z. Naturforsch. **9b**, 241 (1954). — b) Naturwiss. **41**, 44 (1954). — c) Arch. Protistenkunde **100**, 268 (1954). — d) Z. Naturforsch. **11b**, 367 (1956). — e) Protozoologie. Berlin-Göttingen-Heidelberg: Springer 1956. — f) Z. Naturforsch. **11b**, 759 (1956). — g) Z. Naturforsch. **12b**, 415 (1957). — h) Untersuchungen über die Fortpflanzung und Sexualität der Foraminiferen. I. *Rotaliella roscoffensis*. II. *Rubratella intermedia*. III. *Glabratella sulcata*. Arch. Protistenkunde I.: **102**, 147 (1957); II., III.: **1958** (im Druck). — [2] HARTMANN, M.: Die Sexualität, 2. Aufl. Stuttgart: Gustav Fischer 1956. — [3] CALVEZ, J. LE: a) Arch. zool. exp. gén. **80**, 163 (1938). — b) Arch. zool. exp. gén. **87**, 211 (1950). — [4] MYERS, E. H.: The life-history of Patellina corrugata Williamson, a Foraminifer. Scripps Inst. Ocean. Bull., Techn. Ser. **3**, 355 (1935).

Tübingen, Zoologisches Institut

Eingegangen am 24. Oktober 1957

[1]) *Polytänie:* Erscheinung, daß ein Chromosom („Polytänchromosom") durch Vermehrung seiner Längselemente stark vergrößert ist.

Kurze Originalmitteilungen

Für die Kurzen Originalmitteilungen sind ausschließlich die Verfasser verantwortlich

Ein Monochromator für die UV-Mikrospektrometrie

Die von CASPERSSON[1]) eingeführte Messung der UV-Absorption in mikroskopischen Objekten erfordert die Verwendung eines Monochromators, bei dem bestimmte optische Bedingungen besonders sorgfältig eingehalten werden müssen. Folgende Forderungen müssen erfüllt sein:

1. Die optische Achse des austretenden Strahlenbündels darf sich mit der Einstellung auf verschiedene Wellenlängen

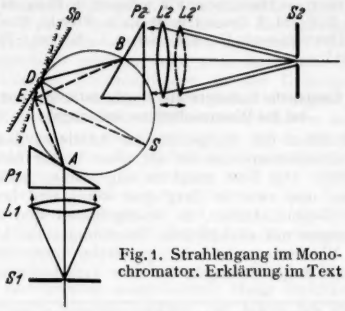


Fig. 1. Strahlengang im Monochromator. Erklärung im Text

weder der Richtung noch der Lage nach (d.h. etwa durch Parallelverschiebung) ändern.

2. Die Durchlässigkeit (d.h. das Verhältnis der spektralen Intensität am Austrittsspalt zu der am Eintrittsspalt) muß möglichst hoch sein und darf nach kürzeren Wellenlängen nicht zu stark abnehmen.

3. Die spektrale Reinheit muß hoch sein, d.h., der Anteil an Licht anderer Wellenlängen darf höchstens einige Promille betragen.

Dagegen sind, da es sich durchweg um die Ausmessung von Absorptionsbanden handelt, die Anforderungen an die Dispersion und das Auflösungsvermögen nicht allzu hoch. Ein Auflösungsvermögen $\lambda/\Delta\lambda \approx 200$ im Bereich des UV C wird im allgemeinen schon ausreichen.

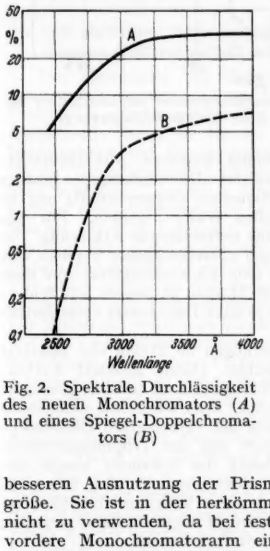


Fig. 2. Spektrale Durchlässigkeit des neuen Monochromators (*A*) und eines Spiegel-Doppelchromators (*B*)

Die Bedingung 1. ist deshalb so kritisch, weil die dem Monochromator folgende UV-mikroskopische Optik gegen Änderungen der Ausleuchtung überaus empfindlich ist, besonders wenn eine Spiegeloptik verwendet wird. Man kann diese Bedingung exakt in den Anordnungen nach WADSWORTH[2]) oder nach JOUNG[3]) erfüllen. Dabei ist die Joungsche Anordnung wesentlich leichter zu justieren, da jeweils eine Prismenfläche senkrecht zur optischen Achse gestellt wird. Sie hat ferner den Vorteil einer besseren Ausnutzung der Prismen bei gegebener Prismengröße. Sie ist in der herkömmlichen Form aber praktisch nicht zu verwenden, da bei festem Austrittsspalt der ganze vordere Monochromatorarm einschließlich der Lichtquelle geschwenkt werden müßte.

Der hier beschriebene Monochromator (Fig. 1) benutzt deshalb die Joungsche Anordnung mit einem zusätzlichen Spiegel. Die beiden Monochromatorarme einschließlich der 30°-Prismen P_1 und P_2 sind fest montiert. Der Drehpunkt D des Spiegels ist durch den eingezeichneten Kreis definiert. A und B sind die Mittelpunkte der beiden Prismenflächen, durch die bei jeder Einstellung die optische Achse verlaufen muß. Der ausgezogene Strahlengang $A-D-B$ möge einer bestimmten Wellenlänge etwa in der Mitte des gesamten Spektralbereiches entsprechen. DS ist das Lot auf der Spiegelfläche und die Punkte D, B, S, A teilen den Kreis in vier Quadranten. Der Winkel ADB und damit die gesamte Ablenkung des Strahlenbündels beträgt dann 90°, da sich die Ablenkungen in den Prismen aufheben. Bei Einstellung auf eine andere Wellenlänge (gestrichelter Strahlengang $A-E-B$) bleibt diese Ablenkung erhalten, da Einfalls- und Ausfallswinkel bei der Reflexion als Umfangswinkel am Kreis gleich bleiben. Technisch hat diese Anordnung den Vorteil, daß der einzige bewegte Teil der Spiegel Sp ist.

Im Prinzip könnten statt der Linsen L_1 und L_2 auch Hohlspiegel verwendet werden. Die Bedingung 2. (s. oben) macht jedoch die Verwendung von Linsen erforderlich, da das Reflexionsvermögen auch der besten Oberflächenspiegel im kurzwelligen UV stark nachläßt. Zur Ausschaltung der chromatischen Abweichung muß deshalb mindestens eine der beiden Linsen (in Fig. 1 L_2) in Richtung der optischen Achse verschoben werden. Damit werden aber zugleich die Voraussetzungen für die Erfüllung der Bedingung 3. verbessert, da nur immer diejenige Spektrallinie, auf die der Monochromator eingestellt ist, auf dem Ausgangsspalt scharf abgebildet wird. Mit dem vom Verfasser gebauten Modell wurde bei Einstellung auf die Linie 265 mμ des Spektrums einer Hg-Hochdruck-Lampe für keine andere Wellenlänge ein Streulichtanteil von mehr als $1^0/_{00}$ gemessen. Die Gesamtintensität des Streulichtes lag bei 265 mμ (ohne Verwendung von Filtern!) unter 1%. Fig. 2 gibt die spektrale Durchlässigkeit des Monochromators im UV-Bereich. Die Messung wurde mit Hilfe eines zweiten Monochromators vorgenommen. Die gestrichelte Kurve zeigt zum Vergleich die spektrale Durchlässigkeit dieses zweiten Monochromators, eines Spiegel-Doppelmonochromators. Dieser Monochromator würde auf Grund der doppelten spektralen Zerlegung von den eingangs genannten Bedingungen wohl die dritte recht gut, die ersten beiden aber nicht hinreichend erfüllen. Der neu gebaute Monochromator hat sich bereits in einer UV-mikrospektrometrischen Apparatur bewährt.

Der Deutschen Forschungsgemeinschaft danke ich für die Unterstützung der Arbeit.

Institut für Strahlenbiologie der Technischen Hochschule, Hannover

HELLMUT GLUBRECHT

Eingegangen am 21. November 1957

[1]) CASPERSSON, T.O.: Cell Growth and Cell Function. New York 1950. — NÜRNBERGER, J.I.: In Analytical Cytology, Kap. 4. New York: McGraw-Hill 1955. — [2]) WADSWORTH, F.L.O.: Phil. Mag. **38**, 337 (1894). — [3]) JOUNG, C.A.: J. Franklin Inst. **62**, 348 (1871).

Die magnetische Suszeptibilität und effektive Masse der Ladungsträger in Silizium und Germanium

Die magnetische Suszeptibilität der Halbleiter enthält einen Beitrag der freibeweglichen Elektronen bzw. Defektelektronen. Er setzt sich zusammen aus Spinparamagnetismus (PAULI) und Bahndiamagnetismus (LANDAU-PEIERLS)[1]). Für quasifreie Elektronen der effektiven (skalaren)Masse m^* gilt für die Volumsuszeptibilität

$$\varkappa = \frac{\mu_B^2}{2\pi^2}\left(\frac{2m}{\hbar^2}\right)^{\frac{3}{2}}(kT)^{\frac{1}{2}}\left(\frac{m^*}{m}\right)^{\frac{3}{2}}\left\{1-\frac{1}{3}\left(\frac{m}{m^*}\right)^2\right\}F_{\frac{1}{2}}'\left(\frac{\zeta-E_2}{kT}\right) \qquad (1)$$

[μ_B Bohrsches Magneton, m Masse des freien Elektrons, $\hbar = h/2\pi$, h Plancksches Wirkungsquantum, k Boltzmannkonstante, T absolute Temperatur, $F_{\frac{1}{2}}'(\eta) = dF_{\frac{1}{2}}(\eta)/d\eta$, $F_{\frac{1}{2}}(\eta) = \int_0^\infty [z^{\frac{1}{2}}/(1+\exp(z-\eta))]\,dz$; E_2 unterer Rand des Leitfähigkeitsbandes, ζ Fermienergie] und für die Elektronendichte

$$n = \frac{1}{2\pi^2}\left(\frac{2mkT}{\hbar^2}\right)^{\frac{3}{2}}\left(\frac{m^*}{m}\right)^{\frac{3}{2}}F_{\frac{1}{2}}\left(\frac{\zeta-E_2}{kT}\right). \qquad (2)$$

Bisher bekannte Untersuchungen[2]) benützten die *Temperaturabhängigkeit von* $\varkappa$ zur Bestimmung der effektiven Masse; insbesondere ist im Gültigkeitsbereich der Boltzmann-Statistik wegen $F_{\frac{1}{2}} = F_{\frac{1}{2}}'$

$$\varkappa = \frac{\mu_B^2}{kT}\,n\left(1-\frac{1}{3}\left(\frac{m}{m^*}\right)^2\right), \qquad (3)$$

so daß $\varkappa/n$ über $1/T$ eine Gerade liefert, aus deren Steigung m^* folgt.

Bei *temperaturabhängiger effektiver Masse* stößt diese Auswertung offenbar auf Schwierigkeiten. Um eine etwa vorhandene Temperaturabhängigkeit festzustellen, ist es erforderlich, bei fester Temperatur die Trägersuszeptibilität zu bestimmen. Die vorliegende Notiz berichtet über Ergebnisse solcher Experimente. Die Trägersuszeptibilität wurde aus den Suszeptibilitätsdifferenzen bestimmt, die Präparate verschiedenen Trägergehaltes aufweisen. Tabelle 1 zeigt in

Tabelle 1

	T °K	1	2	3	4
		χ (cgs)	n, p	m^*/m	m^*/m für 4 °K
Elektronen in Silizium	297	$-8{,}55 \cdot 10^{-9}$		0,31	
	138	$-1{,}33 \cdot 10^{-8}$	$6 \cdot 10^{18}$	0,29	0,29
Löcher in Silizium	297	$3{,}2 \cdot 10^{-10}$		(0,59)	
	138	$5{,}7 \cdot 10^{-9}$	$1 \cdot 10^{19}$	(0,80)	0,34
Elektronen in Germanium	297	$-2{,}6 \cdot 10^{-10}$		0,19	
	138	$-7{,}8 \cdot 10^{-10}$	$8 \cdot 10^{16}$	0,16	0,14
Löcher in Germanium	297	$-3{,}7 \cdot 10^{-10}$		0,29	
	138	$-1{,}44 \cdot 10^{-9}$	$3{,}2 \cdot 10^{17}$	0,22	0,18

Spalte 1: Massensuszeptibilität $\chi = \varkappa/\varrho$ der freien Träger (ϱ Dichte). — 2: Elektronendichte n bzw. Löcherdichte p (cm^{-3}). — 3: Verhältnis von effektiver Masse zur Masse des freien Elektrons. — 4: Aus fremden Messungen abgeleitete Werte[3]) für m^*/m bei 4 °K.

Spalte 1 die Resultate der magnetischen Messungen. Es erscheint berechtigt, die gesamte Differenz den freien Trägern zuzuschreiben, da die trägerliefernden, sämtlich ionisierten Störatome germanium- bzw. siliziumanaloge Elektronenkonfiguration besitzen. Mit den in Spalte 2 verzeichneten provisorischen Trägerdichten (aus Leitfähigkeitsmessungen abgeleitet) erhält man mit Hilfe von Formel (1) und (2) die in Spalte 3 angegebenen Massen.

Spalte 4 enthält schließlich die effektiven Massen, die im Sinne der Auswertung dieser Arbeit aus den von KITTEL et al.[3]) und DEXTER et al.[3]) publizierten Cyclotronresonanzmessungen folgen. Für das Ellipsoidmodell des Leitfähigkeitsbandes ist pro Ellipsoid mit den Achsenparametern m_l, m_t, m_t

$$\left.\begin{aligned} \varkappa = \frac{\mu_B^2}{2\pi^2}\left(\frac{2m}{\hbar^2}\right)^{\frac{3}{2}}(kT)^{\frac{1}{2}}\left(\frac{m_l\, m_t^2}{m^3}\right)^{\frac{1}{2}} \times \\ \times\left\{1 - \frac{m^2\,(2\,m_t + m_l)}{9\,m_t^2\, m_l}\right\} F_{\frac{1}{2}}'\left(\frac{\zeta - E_2}{kT}\right). \end{aligned}\right\} \quad (4)$$

Durch Vergleich mit (1) erhält man den gewünschten m^*-Wert. (Si: $m_l = 0{,}98\,m$; $m_t = 0{,}19\,m$; Ge: $m_l = 1{,}64\,m$; $m_t = 0{,}082\,m$). Die Energieflächen des Valenzbandes sind $E = A\,k^2 \pm (B^2 k^4 + C^2 k^4 Q_{\varphi\vartheta})^{\frac{1}{2}}$. Da die genaue Formel für den diamagnetischen Anteil der dort befindlichen Löcher

$$\left.\begin{aligned} \varkappa_{\text{dia}} = -\frac{1}{3}\mu_B^2\frac{4\pi\, m^2 (kT)^{\frac{1}{2}}}{h^4} F_{\frac{1}{2}}'\left(\frac{E_1 - \zeta}{kT}\right)\iint \frac{1}{2} J(\varphi, \vartheta) \times \\ \times \left\{A \pm \sqrt{B^2 + C^2 Q_{\varphi\vartheta}}\right\}^{-\frac{3}{2}} \sin\vartheta\, d\vartheta\, d\varphi \end{aligned}\right\} \quad (5)$$

$$\begin{aligned} \text{mit}\quad J(\varphi, \vartheta) \equiv 4A^2 \pm 4\,A\,W_{\varphi\vartheta}^{-\frac{3}{2}}\{2\,B^4 + \tfrac{2}{3}B^2 C^2 + Q_{\varphi\vartheta} \times \\ \times (-\tfrac{2}{3}B^2 C^2 + \tfrac{1}{3}C^4) - P_{\varphi\vartheta}\, C^4\} + W_{\varphi\vartheta}^{-2}\{4\,B^6 + \\ + \tfrac{8}{3}B^4 C^2 + \tfrac{1}{3}B^2 C^4 + Q_{\varphi\vartheta}(-\tfrac{4}{3}B^4 C^2 + \tfrac{1}{3}B^2 C^4) - \\ - Q_{\varphi\vartheta}^2(\tfrac{8}{3}B^2 C^4 + \tfrac{1}{3}C^6) + P_{\varphi\vartheta}(4\,B^2 C^4 + C^6)\}; \end{aligned}$$

$$W_{\varphi\vartheta} = B^2 + C^2 Q_{\varphi\vartheta}; \quad Q_{\varphi\vartheta} = \sin^4\vartheta \sin^4\varphi \cos^2\varphi + \sin^2\vartheta \cos^2\vartheta;$$
$$P_{\varphi\vartheta} = \sin^4\vartheta \cos^2\vartheta \sin^2\varphi \cos^2\varphi;$$

(E_1 oberer Rand des Valenzbandes; A, B, C Konstante) zu unhandlich ist, wurde jeweils ein Mittelwert verwendet und im isotropen Modell gerechnet. Natürlich liefern beide Löchersorten entsprechend ihren effektiven Massen sowohl in $\varkappa$ als in n gemäß (1) und (2) einen Beitrag. (Si: $m_1 = 0{,}17\,m$; $m_2 = 0{,}52\,m$; Ge: $m_1 = 0{,}34\,m$; $m_2 = 0{,}043\,m$). Lediglich der energetisch tieferliegende dritte Zweig des Valenzbandes blieb seiner geringen Besetzung wegen außer Betracht.

Die Messungen am löcherleitenden Silizium scheinen durch eine paramagnetische Verunreinigung gestört. In allen anderen Fällen entnimmt man aus Tabelle 1 *eine allmähliche Zunahme der effektiven Masse mit steigender Temperatur.* Mögliche Deutungen dieses Befundes sollen im Rahmen dieser kurzen Notiz nicht diskutiert werden.

Über die Messungen und die speziell entwickelte, auf die extrem kleinen Suszeptibilitätsunterschiede abgestimmte Meßmethode wird an anderer Stelle berichtet werden.

Herrn Professor Dr. J. JAUMANN möchte ich für die Möglichkeit zur Durchführung dieser Untersuchungen und deren tatkräftige Förderung herzlich danken.

II. Physikalisches Institut der Universität, Köln

D. GEIST

Eingegangen am 29. November 1957

[1]) Für Halbleiter vgl. insbesondere: BUSCH, G., u. E. MOOSER, Helv. phys. Acta **26**, 611 (1953). — [2]) STEVENS, D.K., J.W. CLELAND, J.H. CRAWFORD jr., u. H.C. SCHWEINLER: Physic. Rev. **100**, 1084 (1955). — HEDGCOCK, F.T.: Canad. J. Phys. **34**, 43 (1956). [3]) DEXTER, R.N., H.J. ZEIGER u. B. LAX: Physic. Rev. **104**, 637 (1956). — DRESSELHAUS, G., A.F. KIP u. C. KITTEL: Physic. Rev. **98**, 368 (1955).

Elektrische Ladungen auf Kondensationskernen bei der Wasseraufnahme und -abgabe

Das Problem des morgendlichen Anstieges des luftelektrischen Schönwetterfeldes ist alt, aber bisher nicht befriedigend gelöst. Das Feld steigt im allgemeinen nach Sonnenaufgang an, und zwar in Berglagen wenig und langsam, in ländlicher Gegend stärker, in Stadtgebieten sehr stark und in Niederungen mit nächtlichem Strahlungsnebel häufig von negativen Werten zu sehr hohen positiven. Zahlreiche eigene und fremde Registrierungen an den verschiedensten Meß-

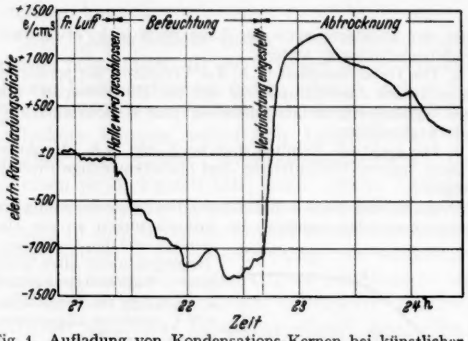


Fig. 1. Aufladung von Kondensations-Kernen bei künstlicher Befeuchtung und Abtrocknung (Originalregistrierung)

orten lassen sich in dieses Schema einordnen. Für Großstadtverhältnisse konnte eine positive Raumladungsproduktion aus vielen Rauch- und Staubquellen nachgewiesen[1]) und so die Felderhöhung einigermaßen erklärt werden. Für die anderen Fälle fehlte noch eine befriedigende Erklärung. So stößt z.B. auch ein erst kürzlich unternommener Versuch von KASEMIR[2]), den Anstieg aus dem Elektrodeneffekt und dem Anwachsen des Austausches am Morgen zu deuten, auf Widersprüche und erklärt nicht das je nach Landschaft verschiedenartige Verhalten.

Nachdem unsere Registrierungen im Freien viel Material zusammen mit meteorologischen Daten geliefert hatten, wurden Versuche mit atmosphärischer Luft in einer geschlossenen Halle von 400 m³ gemacht. Hier wurde die elektrische Raumladungsdichte sowohl mit der verbesserten Obolenskyschen Filtermethode[3]) als auch mit der Tropfenmethode[4]) registriert. Im ersten Abschnitt der Versuche wurde der Feuchtigkeitsgehalt der Luft erhöht, indem ruhig über den Boden fließendes Wasser durch einen Ventilator beschleunigt verdunstet oder Wasser verdampft wurde. Dabei ergaben sich negative Raumladungen mit Dichten um

1000 Elementarladungen/cm³.

Wurde die Befeuchtung eingestellt, dann ging die elektrische Raumladung mit der aus der Luftleitfähigkeit berechenbaren Entladezeit langsam auf Null zurück. Wurden dagegen die Luft und das Halleninnere mit einer elektrischen Strahlungsheizung von 3 bis 13 kW erwärmt, dann schlug die Raumladung rasch auf positive Werte in der gleichen Größenordnung von 1000 e/cm³ um (Fig. 1). Erhöhung der Kondensationskernzahl im Raum durch Zigarettenrauch verstärkte

den Effekt. Dadurch und durch andere Überlegungen konnte die Hypothese erhärtet werden, daß sich die Kondensationskerne in der Luft bei der Wasseraufnahme negativ, bei der Wasserabgabe positiv aufladen.

Dieser Effekt ist analog dem Wasserfalleffekt nach LENARD, wobei zerspritztes oder zersprühtes Wasser sich so auflädt, daß die großen Tropfen positiv, die kleinsten abgesprühten Teile bzw. die Luft negativ geladen sind. Die Ursache der neu entdeckten Effekte ist sehr wahrscheinlich dieselbe, nämlich die elektrische Doppelschicht an der Oberfläche des Wassers mit dem negativen Vorzeichen außen. Man darf daher annehmen, daß Kondensationskerne, welche Wasser in der Oberfläche enthalten, beim Abtrocknen positiv geladen werden, wogegen sie bei der Wasseraufnahme negative Ladung von den Wassermolekeln mitbekommen.

Mit diesem Ergebnis der Experimente lassen sich die verschiedenen Typen des morgendlichen Feldanstieges ebenso wie die gelegentlich auftretenden negativen Feldwerte bei Strahlungsnebel[5]) erklären, und zwar durch die Entstehung von elektrischen Raumladungen in der Grundschicht der Atmosphäre. Die Größe dieser Raumladungen hängt ab von der Konzentration der Kondensationskerne und von der Änderung der relativen Feuchtigkeit durch die einfallende Sonnenstrahlung oder die nächtliche Ausstrahlung. Über die Konsequenzen dieser Entdeckung auf die luftelektrischen Feldverläufe, das Verhalten von Aerosol- und Nebelteilchen und andere meteorologische und sonstige Probleme sowie über die Meßmethoden und Ergebnisse im einzelnen wird in Kürze berichtet werden.

Der Deutschen Forschungsgemeinschaft, mit deren Mitteln die zweckmäßig ausgestattete Halle errichtet und die Geräte gebaut werden konnten, sei schon an dieser Stelle gedankt.

Weißenau, Max-Planck-Institut für Physik der Stratosphäre und der Ionosphäre

R. MÜHLEISEN

Eingegangen am 6. November 1957

[1]) MÜHLEISEN, R.: Z. Geophysik, Sonderbd. **1953**, 142. — [2]) KASEMIR, H. W.: Arch. Meteor., Geophys. u. Bioklim., Ser. A **9**, 357 (1956). — [3]) OBOLENSKY, W.: Ann. d. Phys. **77**, 644 (1925). — [4]) MÜHLEISEN, R., u. W. HOLL: Geofis. pura appl. **22**, 189 (1952). — [5]) ISRAEL, H., u. H. W. KASEMIR: Arch. Meteor. Geophys. u. Bioklim., Ser. A **5**, 72 (1952).

Die nach plastischer Zugverformung an reinem Kupfer mit Kobaltstrahlung röntgenographisch meßbaren Gittereigendehnungen

Die Messungen von Gittereigendehnungen an Reinstaluminium[1]) ergaben, daß eine von GREENOUGH[2]) entwickelte Theorie die experimentellen Befunde nicht richtig beschreibt. Andererseits liegen an Kupfer Meßergebnisse vor, die eine Bestätigung[3]) der Greenoughschen Rechnungen erbrachten. Da auf Grund neuerer Einkristalluntersuchungen dem praktisch isotropen Aluminium hinsichtlich des plastischen Verhaltens eine Sonderstellung unter den kubisch-flächenzentrierten Gittern[4]) zukommt, schien es angebracht, zur Überprüfung der Greenoughschen Annahmen weitere Untersuchungen an plastisch zugverformtem Kupfer durchzuführen. Vor allem sollte der Zusammenhang zwischen Gittereigendehnungen und Verformungsgrad näher untersucht werden. Die Messungen wurden an 400-Ebenen reinen Kupfers (99,98% Cu) mit Co-Strahlung durchgeführt. Dabei wurden nach verschiedenen plastischen Verformungen jeweils 10 Gitterdehnungsmessungen an unterschiedlich zur Verformungsrichtung gelegenen, durch den Winkel ψ bestimmten Kristallitgruppen vorgenommen. In Fig. 1 sind die nach 10% plastischer Verformung erhaltenen Meßwerte als Funktion von $\sin^2\psi$ aufgetragen. Dabei ist ψ der Winkel zwischen Probenoberflächenlot und Meßrichtung in der durch Oberflächenlot und Verformungsrichtung aufgespannten Ebene. Der angegebene Verlauf der Gittereigendehnungen scheint für plastisch zugverformtes reines Kupfer typisch zu sein. Bei der Zugverformung wurde besonders sorgfältig auf rein einachsige Beanspruchung geachtet. Messungen an der Vorder- und Rückseite der Probestäbe führten zu gleichen Ergebnissen. Im Gegensatz zu der Greenoughschen Theorie, nach der sich die punktiert in Fig. 1 eingezeichnete Kurve ergeben sollte, sind die gemessenen Gittereigendehnungen in Näherung linear abhängig von $\sin^2\psi$. Aus einem solch linearen Verlauf kann auf Grund der Gleichungen der Elastizitätstheorie auf die Ausbildung einer überwiegenden Druckeigenspannung erster Art geschlossen werden. Der lineare Zusammenhang bleibt unabhängig vom Verformungsgrad bestehen, nur nimmt die Steigung der durch die Meßpunkte gelegten Ausgleichsgeraden — und damit auch die dieser proportionale Druckeigenspannung — mit wachsender Verformung zu. In Fig. 2 sind die Steigungen einer Reihe von uns gemessener Gittereigendehnungskurven und die entsprechenden Druckeigenspannungen erster Art als Funktion der bleibenden Verformung dargestellt. Wie man sieht, wachsen beide Größen mit zunehmendem Verformungsgrad gemäß der durch einen geeigneten Faktor angepaßten Verfestigungskurve (in Fig. 2 gestrichelt eingezeichnet) des Kupfers an. Die von REIMER[3]) erhaltenen Ergebnisse wurden bei keiner der durchgeführten etwa 40 Meßserien beobachtet. Auf Grund der vorliegenden Ergebnisse ist sicher, daß die Greenoughsche Theorie auch die an Kupfer nach plastischer Zugverformung auftretenden Gittereigendehnungen nicht richtig wiedergibt.

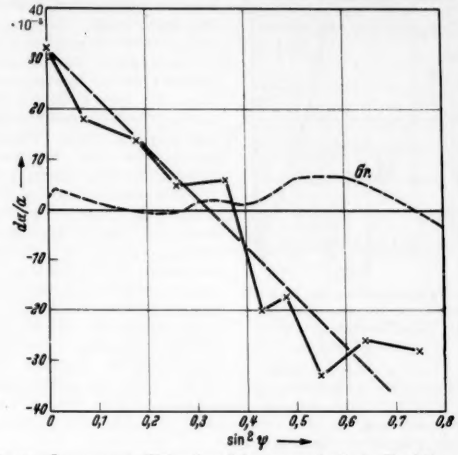


Fig. 1. Gemessener Gittereigendehnungsverlauf als Funktion von $\sin^2\psi$ einer 10,0% plastisch zugverformten Kupferprobe. Gestrichelt ist die durch die Meßpunkte gelegte Ausgleichsgerade, punktiert die Kurve der nach GREENOUGH zu erwartenden Gittereigendehnungen (*Gr.*)

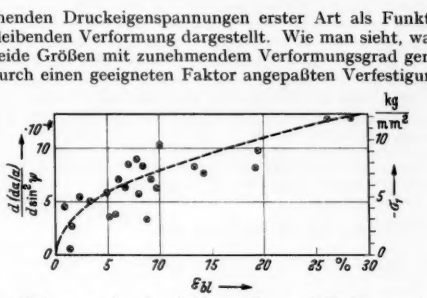


Fig. 2. Steigungen der Ausgleichsgeraden und die ihnen entsprechenden Druckeigenspannungen $-\sigma_1$ als Funktion des Verformungsgrades, bestimmt an mehreren Versuchsproben. Bei der Spannungsberechnung wurde die elastische Anisotropie nicht berücksichtigt

Der Deutschen Forschungsgemeinschaft danken wir für die Unterstützung der Untersuchungen.

Röntgeninstitut der Technischen Hochschule und Institut für Metallphysik am Max-Planck-Institut für Metallforschung, Stuttgart

C. O. LEIBER und E. MACHERAUCH

Eingegangen am 16. November 1957

[1]) GLOCKER, R., u. E. MACHERAUCH: Naturwiss. **44**, 532 (1957). MACHERAUCH, E., u. P. MÜLLER: Naturwiss. **44**, 389 (1957). — [2]) GREENOUGH, G. B.: Proc. Roy. Soc. Lond., Ser. A **197**, 556 (1949). — [3]) REIMER, L.: In W. KÖSTER, Beiträge zur Theorie des Ferromagnetismus und der Magnetisierungskurve. Berlin-Göttingen-Heidelberg: Springer 1956. — [4]) SEEGER, A.: Z. Naturforsch. **9a**, 758, 856, 870 (1954).

Die Abhängigkeit der elektrischen Leitfähigkeit hygroskopischer Faserstoffe vom Wassergehalt

Bei den hygroskopischen natürlichen Faserstoffen (Holz, Papier, Wolle, Seide, Zellulose, Baumwolle, Kollagen, Gelatine usw.) hängt bekanntlich die elektrische Gleichstromleitfähigkeit unterhalb des Fasersättigungspunktes in außerordentlich

starkem Maße vom Wassergehalt ab. Die Art der Abhängigkeit der Leitfähigkeit vom Wassergehalt stimmt bei diesen Stoffen überein, ebenso die Form ihrer Sorptionskurven.

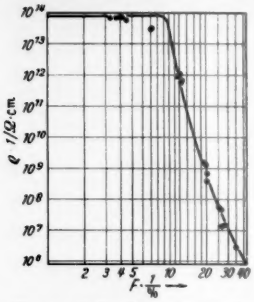


Fig. 1. ϱ als Funktion der Feuchtigkeit F für Gelatine mit Salzzusatz (Salz/Gelatine = 0,1/100) bei 20° C

Obwohl die chemischen Grundbausteine der genannten Stoffe sehr verschieden sind, stimmt ihre übermolekulare Struktur (Textur) weitgehend überein. Es liegt daher nahe, für die Deutung der Abhängigkeit der elektrischen Leitfähigkeit vom Wassergehalt von der übermolekularen Struktur auszugehen.

Während die erste Feuchte, die die Leitfähigkeit nur wenig beeinflußt, durch Chemosorption in erster Linie von den amorphen Zwischenbereichen aufgenommen wird, wird das weitere Wasser bis zum Fasersättigungspunkt durch Kapillarkondensation in die intermicellaren Spalten eingelagert. Der außerordentlich starke Gang der elektrischen Leitfähigkeit kann aus der Wahrscheinlichkeit der Wasserbrückenbildung, die mit zunehmender Feuchte sehr stark zunimmt, abgeleitet werden.

Für die Abhängigkeit des spezifischen Widerstandes von der Feuchtigkeit ergibt sich danach die Beziehung

$$\log \varrho_m = \log \varrho_1 - \log \left[\left(\frac{c_2}{c_1 + c_2} \right)^n \cdot \frac{\varrho_1}{\varrho_2} + 1 \right];$$

ϱ_m = spezifischer Widerstand des feuchten Körpers, ϱ_1 = spezifischer Widerstand des trockenen Gerüstes, $c_1/(c_1 + c_2)$ = Füllungsgrad der intermizellaren Spalten (von der Feuchtigkeit abhängig), ϱ_2 = spezifischer Widerstand im Fasersättigungspunkt, n = mögliche Schichtzahl in der Spalte.

Fig. 1 zeigt als Beispiel die für Gelatine mit dem Zusatz Salz/Gelatine = 0,1/100 erhaltenen Meßpunkte und die berechnete Kurve.

Rogowski-Institut für Elektrotechnik, Technische Hochschule, Aachen (Direktor: Prof. Dr. E. Flegler)

Johannes Lehmann*)

Eingegangen am 25. November 1957

*) Jetzige Anschrift: Wuppertal-Barmen, Wertherhof 13.

Über die Darstellung des Einkristalls von Scandiumoxyd

Im Rahmen einer Untersuchung der Oxyde der seltenen Metalle wurde eine bisher unbeschriebene Synthese des Einkristalls von Scandiumoxyd ausgeführt. Das Ausgangsmaterial wurde nach folgendem Schema dargestellt[1], [2]:

Rohes $Sc_2O_3 \xrightarrow{C+Cl_2}$ rohes wasserfreies $ScCl_3 \xrightarrow[\text{Sublimation}]{\text{mehrfache frakt.}}$ reines wasserfreies $ScCl_3 \xrightarrow{H_2O}$ $ScCl_3$-Lösung $\xrightarrow{H_2C_2O_4}$ oxalsaures Sc $\xrightarrow{450°C}$ reines Sc_2O_3.

Das auf diese Weise gewonnene Präparat war spektralrein, von offener Struktur, geeignet für synthetische Zwecke.

Zur Synthese wurde die Methode nach Verneuil herangezogen unter Verwendung einer Apparatur, welche zur fabrikmäßigen Erzeugung von Korund-Einkristallen dient. Es wurde festgestellt, daß das Sc_2O_3 zu seinem Einkristall-Wachstum eine Wasserstoffatmosphäre erfordert. Es ist wahrscheinlich, daß der Grund dazu derselbe ist wie bei den Einkristallen von BeO und Al_2O_3[3]. Die lineare Geschwindigkeit des Einkristall-Wachstums von Sc_2O_3 ist beträchtlich und beträgt etwa 8 mm in einer Stunde. Der Schmelzpunkt des Scandiumoxyds ist noch nicht in der Literatur bekannt, nach unseren Versuchen liegt er erkenntbar höher als derjenige des Korunds und einigermaßen niedriger als der Schmelzpunkt des BeO. Wir schätzen ihn auf etwa 2300° C.

Der größte von uns bisher dargestellte Einkristall des Sc_2O_3 war 45 mm lang und besaß einen Durchmesser von 4 mm. Das Produkt war durchsichtig und kompakt. Sein Einkristall-Bau wurde röntgenographisch nach der Methode von Laue nachgewiesen. Die pyknometrisch ermittelte Dichte des Sc_2O_3-Einkristalls betrug 3,91 g cm^{-3}. Die Härte war ungefähr wie bei den Rutil-Einkristallen, d. h. 6,5 nach Mohse. Der Brechungsindex wurde nach der Methode der kleinsten Ablenkung bestimmt und betrug 1,91. Es wurde weiter festgestellt, daß die Sc_2O_3-Einkristalle bei der Bestrahlung mit X- bzw. γ-Strahlen eine beträchtliche Luminiszenz aufweisen. Diese Eigenschaft behalten sie noch bei den Temperaturen um 100° C. Die Untersuchung wird fortgesetzt.

Institut für anorganische Chemie der Chemisch-technologischen Hochschule, Prag, und Forschungsinstitut für Minerale, Turnov (Tschechoslowakei)

Č. Bárta, F. Petrů und B. Hájek

Eingegangen am 4. Dezember 1957

[1]) Petrů, F., B. Hájek, V. Procházka u. J. Vít: Chem. Listy **50**, 1696 (1956). — Collect. czechoslov. chem. Commun. **22**, 1534 (1957). — [2]) Petrů, F., B. Hájek u. V. Procházka: Chem. průmysl **7**, 230 (1957). — [3]) Bárta, C., u. J. Bauer: Chem. Listy **51**, 158 (1957). — Collect. czechoslov. chem. Commun. **22**, 1049 (1957).

Detection of Latent Finger-print by Autoradiography

The usual methods used for the detection of a latent finger-print either physically by sprinkling over it fine powder of aluminium, sulfur, or white lead etc., or chemically by examining its reaction with ninhydrine, or silver nitrate are simple and facile, but limited in their application and are useless in case there is a delay in the detection, and are hardly applicable to the prints on paper or textile fabrics. To remedy these shortcomings, the following autoradiographical experiment was made by examining the reaction of radioactive formaldehyde with the protein contained in a finger-print.

Fig. 1. Radioautograph of finger-print on paper

The radioactive formaldehyde was prepared from the C^{14} labeled paraformaldehyde furnished by B. R. C. C., by diluting it with normal paraformaldehyde, and decomposing it with sulfuric acid. About 10 mm Hg of the prepared aldehyde was introduced in the evacuated glass vessel (about 200 c.c. in volume) with an air-tight greased cap connected to a vacuum system, in which are pieces of clothes, paper, wood, and metallic plates, affected with finger-prints. For accelerating the reaction, the vessel was heated for about 10 minuites by the irradiation of an electric lamp. Then, after the residual aldehyde was pumped out, the samples were removed from the vessel. They were then clamped in contact with the photographic films (Fuji no-screen X ray film No. 200), and stored at a refrigerator temperature (5° C.) in light-tight boxes containing a drying agent for 1 to 2 days, in case the G. M. counter gave a measurement of about 1000 counts/min., and 6 to 8 days in case it gave a measurement of about 100 counts/min. Clearer images were obtained when the samples were immersed in water to get rid of the aldehyde which had remained unconsumed.

The plate (fig. 1) is the radioautograph of the finger-print on the paper. Any latent finger-print except those on silk and woolen fabrics can be easily detected by this method, so far as the protein contained in the finger-print remains.

Faculty of Literature and Science, Toyama University, Toyama, Japan

Toyosaburo Takeuchi, Masakazu Sakaguchi and Yuzuru Nakamoto

Eingegangen am 13. November 1957

Charakteristische Flüssigkeitsstrukturen in verdünnten Kaolinitsuspensionen

In wäßrigen, verdünnten Kaolinitsuspensionen wurden nach der Oswaldschen Kapillarmethode die Viskositäten, und zwar die Temperaturabhängigkeit, die Konzentrationsabhängigkeit und die Strukturviskosität untersucht[1]). Die Verteilungsfunktion der Kristallitgrößen zeigte den Verlauf einer ausgesprochen multidispersen Suspension mit einem Maximum bei etwa 1,5 μ Durchmesser.

Die Konzentrationsabhängigkeit ergab im großen den für Kristallitplättchen bekannten, nahezu linearen Anstieg der Viskosität, jedoch sind diesem Anstieg in mehreren diskreten Konzentrationsbereichen ausgeprägte Maxima der Viskosität, d.h. der dissipierten Leistung, überlagert (vgl. Fig. 1 und 2). Linearkolloiden ergibt bekanntlich ein Orientierungseffekt mit steigendem Strömungsgefälle einen s-förmigen Abfall der Viskosität[3]). Im vorliegenden Falle jedoch steigen die Viskositätswerte im Maximum mit wachsendem Gefälle — zumindest in einem ersten Bereich des Strömungsgefälles — steil

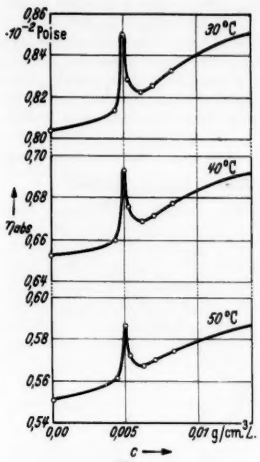


Fig. 1

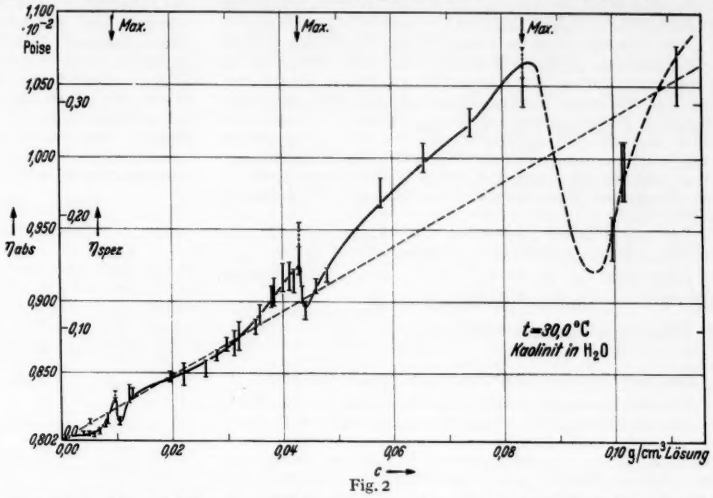


Fig. 2

Fig. 1. Konzentrationsabhängigkeit der Viskosität in sehr verdünnten Suspensionen. Preßmasse in H_2O. Andreasen-Fraktion: 100 min. Abszisse: Konzentration c in g/1 cm³ Lösung

Fig. 2. Viskositätsverlauf nach höheren Konzentrationen. Ordinaten: η_{abs} bzw. η_{spez}. Es ist $\eta_{rel} = 1 + \eta_{spez}$

Das bei niederen Konzentrationen gelegene Maximum zeigt eine kleine Halbwertsbreite von nur $\Delta c < 0{,}001$ g/1 cm³ Lösung, während die in nahezu äquidistanten Abständen nach höheren Konzentrationen zu gelegenen zwei weiteren Maxima neben höheren Amplituden größere Halbwertsbreiten aufweisen.

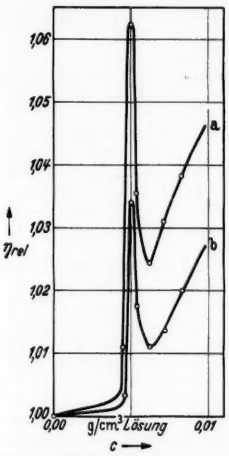


Fig. 3. Verlauf der Strukturviskosität einer Kaolinitsuspension. $t = 40{,}0°$ C. Kapillardurchmesser: a ⌀ = 0,50 mm; b ⌀ = 0,45 mm. Abszisse: Konzentration in g/1 cm³ Lösung

Zur Deutung wird man keinesfalls nur die Bildung von Hydratationshüllen oder interionische Einwirkungen[2]) annehmen können, denn diese führen nicht zu einem scharfen Maximum, noch viel weniger zu mehreren Maxima. Als Ursache des anomalen Viskositätsverlaufes werden vielmehr „charakteristische Flüssigkeitsstrukturen" angenommen. Unseres Erachtens wird eine „charakteristische Flüssigkeitsstruktur" bei bestimmter Konzentration, d.h. bei diskretem Kristallitabstand, durch Anregungen weitreichender, zwischenmolekularer Brückenbindungssysteme von einer Kristallitfläche oder -kante über viele Wassermolekeln zu einem benachbarten Kristallit entstehen und, da Kaolinit ein Zwei-Schicht-Mineral ist, zu einer Vernetzung der Suspension führen. Mehrere Viskositätsmaxima sind sodann als Anregung energetisch unterschiedlicher Stufen dieser Brückenbindung, gegebenenfalls auch durch verschiedene mesomere Strukturen der Brückenglieder, d.h. verschiedener Packung der Wassermolekeln, zu deuten. Auffallend sind selbstverständlich die verhältnismäßig sehr weitreichenden Brückenbindungssysteme, denn bei einer Konzentration von 0,005 g/1 cm³ Lösung und einer mittleren Teilchengröße von 1,5 μ beträgt der mittlere Abstand zweier Kristallite noch etwa 8 μ.

Eine erste Bestätigung der „Flüssigkeitsstrukturen" haben Messungen über die Strukturviskosität derartiger Suspensionen erbracht. Bei makromolekularen, homöopolaren an (vgl. Fig. 3). Dieser anomale Struktureffekt wird derart zu erklären sein, daß das mechanisch gekoppelte Netzsystem mit steigendem Strömungsgefälle zu verstärkten mechanischen Schwingungen erregt wird und infolgedessen die dissipierte Leistung mit steigendem Gefälle zunächst anwächst.

Eine ausführliche Wiedergabe der Messungen erfolgt an anderer Stelle.

Radiologisches Institut der Universität, Freiburg i. Brsg
E. Plötze, G. Huckert und R. Plötze

Eingegangen am 4. November 1957

[1]) Plötze, E., A. Rubin, G. Huckert u. J. Kiefer: Kolloid-Z. 147, 62 (1956). — [2]) Weblus, B.: Kolloid-Z. 132, 16 (1953). — [3]) Staudinger, H.: Organische Kolloidchemie. Braunschweig: F. Vieweg & Sohn 1950.

Strunzite, a New Mineral

Among the outstanding problems in the mineralogy of the hydrated phosphates of iron and manganese has been the identity of a straw yellow mineral first recognized in 1947 at Palermo-mine, New Hampshire, and later identified from six additional localities in the United States. Only after the discovery of relatively rich specimens at Hagendorf, Bavaria, has sufficient material become available for an investigation.

The new mineral forms divergent tufts and felted coatings of tiny hair-like or lath-like crystals. Color straw yellow to brownish yellow. Specific gravity variable, 2·47 to 2·56, with most specimens near 2·52 (flotation). Monoclinic symmetry was established by optical study and by Weissenberg and precession x-ray photographs. The unit cell dimensions are $a_0 = 9{\cdot}80$, $b_0 = 18{\cdot}06$, $c_0 = 7{\cdot}34$, $\beta = 100° 10'$; $a_0 : b_0 : c_0 = 0{\cdot}543 : 1 : 0{\cdot}406$. The space group is probably $C2/c$. The laths are flattened on (010) and twins on (100) have been observed.

A spectrographic analysis showed only Fe, Mn and P as major constituents, with Mg and Zn present in the range 0·X per cent. An approximate chemical analysis on 150 mg gave MnO 9·1, Fe_2O_3 36·0, P_2O_5 33·0, H_2O ($\pm$ 110°) 22·5, total 100·6. This is close to $Mn^{\cdot\cdot}Fe_2^{\cdot\cdot}(PO_4)_2(OH)_2 \cdot 8\,H_2O$; the unit cell contains four molecules.

The optical properties vary in material from both the same locality and from different localities; they are for material from Hagendorf nX = 1·619, nY = 1·670, nZ = 1·720, $Z \wedge c = 10°$; faintly pleochroitic in yellow, absorption $Z > X, Y$. The x-ray powder patterns of all specimens are virtually identical, but show slight variations in both line intensity and

spacing in different specimens. There is no obvious correlation between the optical properties, the Fe/Mn ratio and the type of x-ray pattern. The variation in properties observed may be connected with the oxidation of the divalent Mn present, or of divalent Fe substituting therefore, with valence compensation provided by the conversion of OH to O as earlier suggested for dufrenite and rockbridgeite (FRONDEL 1949).

The mineral occurs as a near-surface weathering product in the following pegmatites that contain triphylite as parent mineral: 1. Palermo, New Hampshire; 2. Fletcher, New Hampshire; 3. BB mine, Norway, Maine; 4. Red Hill, Rumford, Maine; 5. Newry, Maine; 6. Unity, Maine; 7. Hagendorf-North, Bavaria; 8. Hagendorf-South, Bavaria; 9. Kreuzberg, Pleystein, Bavaria; 10. Hühnerkobel near Rabenstein, Bavaria; 11. as films in the weathered outcrops of phosphate-rock of the Phosphoria Formation of Permian age at Rasmussen Valley, Idaho.

The writer takes pleasure in naming this mineral after Dr. HUGO STRUNZ, Professor of Mineralogy at Berlin.

Department of Mineralogy and Petrography, Harvard University, Cambridge, Massachusetts

CLIFFORD FRONDEL

Eingegangen am 12. November 1957

Über ein strukturelles Einteilungsprinzip für sulfidische Erze *)

Eine Einteilung der sulfidischen Erze nach strukturellen Gesichtspunkten wurde erst möglich, nachdem ein Bauprinzip für komplex zusammengesetzte Verbindungen, die Spießglanze, aufgezeigt werden konnte[1a], [2]. Die röntgenographischen Untersuchungen am Freieslebenit $PbAgSbS_3$[1b]) und Diaphorit $Pb_2Ag_3Sb_3S_8$[1c]) ergaben, daß es sich um Strukturen handelt, die als deformierte Bleiglanz-(NaCl-)Typen aufgefaßt werden können. Auch die Struktur des Miargyrits $AgSbS_2$, des Zinnobers HgS und der Herzenbergit-Teallit-Gruppe SnS—$PbSnS_2$ können als deformierte Bleiglanztypen angesehen werden.

Die außerdem untersuchten Verbindungen Andorit $4\,PbS \cdot 2\,Ag_2S \cdot 6\,Sb_2S_3$, Fizelyit $8\,PbS \cdot Ag_2S \cdot 5\,Sb_2S_3$, Meneghinit $3\,PbS \cdot Sb_2S_3$ und Cosalit $2\,PbS \cdot Bi_2S_3$ sowie die bereits bekannten Strukturen des Berthierits $FeS \cdot Sb_2S_3$[3]), Galenobismutits $PbS \cdot Bi_2S_3$[4a]), Antimonits Sb_2S_3, Aikinits $CuPbBiS_3$[4b]), Wolfsbergits $CuSbS_2$ und Emplektits $CuBiS_2$ lassen in ihren Strukturen Bereiche erkennen, die einem verzerrten Bleiglanzgitter entsprechen. Diese Bereiche, in den einzelnen Strukturen von unterschiedlicher Größe, sind zum Teil gegeneinander versetzt oder spiegelbildlich zueinander angeordnet.

Die Größe der Bleiglanzbereiche hängt davon ab, wie viele Metallatome (z. B. Ag, Pb, Sb) in der chemischen Formel enthalten sind, welche die oktaedrischen Lücken der kubisch dichtesten Kugelpackung besetzen. Für eine Gruppeneinteilung wird folgendes Formelkriterium definiert:

$$f_1^0 = (Ag + Pb + Fe + Sb + Bi)/S;$$

$f_1^0 \times 100$ gibt die prozentuelle Besetzung der oktaedrischen Lücken in der dichtesten Kugelpackung an, welche aus *S*-Atomen besteht.

Für die Deformation der Bereiche mit PbS-Struktur können zwei weitere Gründe angegeben werden: Einmal bindet das Sb(As, Bi)-Atom 3 nächste *S*-Nachbarn stärker und bildet mit ihnen eine annähernd trigonale Pyramide. Zum anderen tritt eine zusätzliche Verzerrung auf, weil die verschiedenen Metallatome unterschiedliche Atomradien haben.

Eine Prüfung des f_1^0-Faktors ist dagegen möglich, wenn man ein Strukturkriterium (St. K.) folgendermaßen definiert:

$$\text{St.K.} = \frac{\text{Größe der Bereiche mit PbS-Struktur in der Elementarzelle}}{\text{Größe der Elementarzelle}}$$

Das St. K. kann, wie f_1^0, maximal den Wert 1 annehmen, d. h., die ganze Struktur ist als ein idealer oder deformierter PbS-Typ anzusehen. Dies trifft für Freieslebenit, Diaphorit, Miargyrit, Herzenbergit, Teallit und Zinnober zu. Mit kleineren Werten für f_1^0 wird auch das St. K. kleiner. Aus Fig. 1 geht hervor, daß ein linearer Zusammenhang zwischen diesen beiden Größen besteht; es scheint daher berechtigt, die Sb- und Bi-Spießglanze auf Grund des f_1^0-Faktors in Gruppen einzuteilen.

Von den komplexen As-Spießglanzen liegen keine Strukturuntersuchungen vor. Eigene Untersuchungen am Gratonit $9\,PbS \cdot 2\,As_2S_3$ ($f_1^0 = 0{,}857$) zeigen, daß seine Struktur vom Bleiglanz dann abgeleitet werden kann, wenn dieser in Richtung einer Raumdiagonalen deformiert wird.

Wenn man für die Struktur des Bleiglanzes die kubisch dichteste Kugelpackung (k. d. K. P.) der *S*-Atome mit den Pb-Atomen in den *oktaedrischen* Lücken als charakteristisch ansieht, so liegt es nahe, ein Einteilungsprinzip sämtlicher sulfidischer Erze auf Grund der Anordnung der *S*-Atome und der Besetzung der oktaedrischen und/oder tetraedrischen Lücken durch Me-Atome aufzustellen; der f_1-Faktor lautet dann allgemein: $f_1 = f_1^0 + f_1^t$. Sind alle *tetraedrischen* Lücken in einer k. d. K. P. besetzt, so erhält man den Antifluorit-Typ ($f_1^t = 2$), in welchem z. B. die Minerale Berzelianit Cu_2Se und Hessit Ag_2Te kristallisieren. Im Bornit Cu_5FeS_4 sind $^3/_4$ aller tetraedrischen Lücken einer k. d. K. P. besetzt ($f_1^t = 1{,}5$). Im Digenit $CuS \cdot 4\,Cu_2S$ sind $^1/_5$ der oktaedrischen und $^4/_5$ der tetraedrischen Lücken besetzt ($f_1^t = 1{,}6$; $f_1^0 = 0{,}2$). Die Hälfte aller tetraedrischen Lücken ($f_1^t = 1$) werden im Wurtzit- sowie

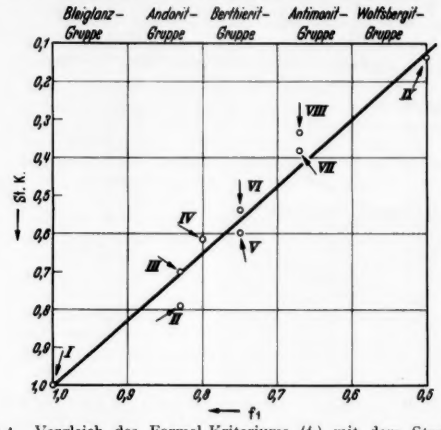


Fig. 1. Vergleich des Formel-Kriteriums (f_1) mit dem Struktur-Kriterium (*St.K.*). $f_1^0 = [Ag+Pb+Fe+Sb(Bi)]/S$. *St.K.* = (Größe des PbS-Bereichs)/(Größe der Elementarzelle). *I* Freieslebenit; Diaphorit, Schapbachit, Miargyrit; *II* Andorit, Fizelyit, Ramdohrit; *III* Meneghinit; *IV* Cosalit; *V* Galenobismutit; *VI* Berthierit; *VII* Aikinit; *VIII* Antimonit, Bismutit, Rezbanyit; *IX* Wolfsbergit, Emplektit

Zinkblende-Typ besetzt. In diese Gruppe gehören auch die deformierten Typen der Enargit- und Cubanit- sowie der Chalkopyrit-Gruppe.

Wenn alle *oktaedrischen* Lücken ($f_1^0 = 1$) in einer k. d. K. P. besetzt sind, ergibt sich der NiAs-Typ und der verzerrte NiAs-Typ der Modderit-Gruppe. Über die Bleiglanz-Gruppe und die Strukturen mit PbS-Bereichen ($f_1^0 = 1 - 0{,}5$), den komplexen Spießglanzen, gibt Fig. 1 einen Überblick. Im Spinelltyp sind $^1/_2$ der oktaedrischen und $^1/_8$ der tetraedrischen Lücken besetzt (Linneit-gruppe) ($f_1^0 = 0{,}5$; $f_1^t = 0{,}25$).

Für die Diskussion der chemischen Bindung dürften die Strukturen derjenigen Verbindungen besonders interessant sein, die sich nicht in dieses System einordnen lassen, wie z. B. die Struktur des Covellins, CuS, des Stromeyerits $Cu_2S\,Ag_2S$, des Cooperits PtS, die MoS_2-Doppelschichten im Molybdänglanz (die Doppelschichten zueinander sind hexagonal dichtest gepackt) usw.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß der größere Teil der sulfidischen Erze nach den oben diskutierten strukturellen Bauprinzipien eingeteilt werden kann, wenn die *S*-Atome als ideale oder verzerrte dichteste Kugelpackungen angeordnet sind.

Mineralogisches Institut der Universität, Marburg

ERWIN HELLNER

Eingegangen am 5. November 1957

*) Als IV. Folge der Reihe: Über komplex zusammengesetzte Spießglanze.

[1]) HELLNER, E.: a) Fortschr. Mineral. **34**, 49 (1956). — b) u. c) Z. Kristallogr. (im Druck). — [2]) EULER, R., H. RÖSCH, G. WEITZ u. E. HELLNER: IV. Congr. Internat. Union of Crystallography in Montreal, Abstracts of the Communications 3.16 (1957). — [3]) BUERGER, M. J., u. TH. HAHN: Amer. Mineralogist **40**, 226 (1955). — [4]) WICKMAN, F. E.: Ark. Mineral. Geol. a) **1**, 219 (1951); b) **1**, 501 (1953). — [5]) DONNAY, G., J. H. D. DONNAY u. G. KULLERUD: IV. Congr. Internat. Union of Crystallography in Montreal, Abstracts of the Communications 3.18 (1957).

Für die fehlenden Literaturzitate der einzelnen Typen sind die „Strukturberichte" und „Structure Reports" maßgebend.

Über die Fällbarkeit alkalisch gelöster Hemicellulosen durch Eisen-Weinsäure-Natrium-Komplexe

Aus den Arbeiten von JAYME und Mitarbeitern[1), 2), 3)] geht hervor, daß sich Cellulose und andere Polysaccharide in alkalischen Lösungen von Eisen-Weinsäure-Alkali-Komplexen von geeignet hoher Konzentration auflösen lassen. Wirksam sind dabei Eisenkomplexe wie das Natriumsalz der Tartrato-Ferrisäure $[(C_4H_2O_6)\ Fe]\ Na$ (I, braun) und $[(C_4H_2O_6)_3\ Fe]Na_6$ (II, grün). Es wurde nun die überraschende Feststellung gemacht, daß Hemicellulosen und Polysaccharide wie Mannan oder Xylan sowie Polyuronide, wie Alginsäure, sich aus alkalischer Lösung (1—6 n NaOH) durch geringe Mengen derselben Komplexe ganz oder teilweise *ausfällen* lassen; erst nach wesentlicher Erhöhung der Komplexkonzentration bis auf z. B. 100 g EWN/Liter gehen die Ausfällungen dann erneut in Lösung.

Die Isolierung und Reinigung der gelblich-weißen, flockigen Eisenkomplexfällungen gelang durch mehrfaches Abzentrifugieren und Aufschlämmen mit 2,5 n NaOH, Waschen mit Alkohol, Verdrängen des Alkohols, Trocknen im Vakuum; sie waren dann gelblich bis braun gefärbt und lösten sich leicht in Wasser mit dunkelbrauner Farbe. Die quantitative Analyse ergab für 4 alkalilösliche Substanzen folgende Zusammensetzung der Fällungen, wobei die Weinsäure qualitativ nachgewiesen, aber nur als Differenz berechnet ist.

Tabelle 1

	Rohxylan	Mannan A und B	Technische Alginsäure
Na %	8,65— 9,0	8,00— 9,50	13,90—15,20
Fe %	6,90— 7,10	7,35— 8,40	6,38— 7,20
Polysaccharide %	62,00—67,10	63,20—68,50	63,00—63,80
Weinsäure % (durch Diff.)	16,80—22,45	14,50—20,80	13,85—15,90

Daraus ergibt sich für das Verhältnis von Na:Fe:Polysaccharideinheit:Weinsäure für Xylan und Mannan A und B rund 3:1:3:1 und für das Polyuronid Alginsäure, das an den meisten Einheiten noch eine COOH-Gruppe trägt, rund 5:1:3:1.

Beim Versuch der Aufstellung einer Konstitutionsformel kann man das Eisen als koordinativ sechsbindig ansehen; z. B. eine Bindung geht an ein Hydroxyl der Weinsäure, die dann noch 2 Na zur Neutralisation benötigt, die restlichen 5 Bindungen verteilen sich auf die 3 Polysaccharideinheiten. Das dritte Na ist vielleicht nur als NaOH fest adsorbiert. Dafür spricht auch die Anwesenheit von 5 Na in der Alginsäurefällung, die sich leichter reinigen läßt; davon könnten wieder 2 Na auf die Weinsäure und 3 auf die 3 Uronideinheiten entfallen.

Man kann mithin die Fällungen auch auffassen als solche mit der Tartratoferrisäure I als Grundgerüst, deren Fe sich mit 3 Zuckerresten abgesättigt hat. In der Tat ließen sich auch mit I in Alkali gelöste Hemicellulosen niederschlagen, wobei die Zusammensetzung dieser Fällungen im Falle von Mannan ganz denen der mit II erhaltenen entsprach. Offenbar entstehen hier alkaliunlösliche Fällungen vom Typ der aus Cellulose-Cuoxam-Lösungen mit Alkali fällbaren Normannschen Verbindungen[4)], in denen das Verhältnis 2 Polysaccharideinheiten:1 Cu:2 Na beträgt und die nach RYDHOLM[5)] zu formulieren sind als

$$[(C_6H_{10}O_5)_2(OH)_3 \cdot Cu(OH)]^{--}\ Na^+\ Na^+.$$

Nach JAYME und BERGMANN[2b)] kann in EWNN gelöste Cellulose durch Zugabe von Glycerin wieder ausgefällt werden; dementsprechend sollten die Hemicellulosefällungen mit I oder II sich nach Zugabe von Glycerin, das den Eisenkomplex bindet, wieder auflösen, was auch der Fall ist.

Auch die mit 2,5 n NaOH gewonnenen Hemicellulosefraktionen einer Reihe von Nadelholz-, Laubholz-, Sulfit- und Sulfatzellstoffen wurden auf Fällbarkeit mit I oder II geprüft. Dabei ergab sich papierchromatographisch, daß rund $^1/_3$ dieser Fraktionen ausgefällt werden konnte, dies jedoch selektiv geschieht. Das gelöste Mannan von Fichtezellstoffen ließ sich fast quantitativ fällen, ferner noch viel Glukan, aber wenig Xylan. Bei einem Buchenholzzellstoff wurde etwa die Hälfte des gelösten Xylans, sämtliches Mannan und wenig Glukan gefällt. Aus Birkenholzzellstoff-Hemicellulose fiel ausschließlich ein aus Xylan aufgebautes Polysaccharid aus. Es liegt nahe, anzunehmen, daß gelöste Polysaccharide von größerer Kettenlänge leichter ausgefällt werden. Jedoch scheint dies nicht der einzige Grund der beobachteten Selektivität zu sein, da auch Fraktionen ausfällbar waren, die durch Ansäuern alkalischer Hemicelluloselösungen nicht zu fällen sind.

Alle diese Ergebnisse zeigen, daß die Fällung alkalisch gelöster Hemicellulosen oder Polysaccharide mit Eisen-Weinsäure-Natrium-Komplexen ein wertvolles einfaches Hilfsmittel zur Trennung und Isolierung dieser kompliziert gebauten Substanzen darstellt.

Die Untersuchungen werden fortgesetzt.

Institut für Cellulosechemie mit Holzforschungsstelle an der Technischen Hochschule, Darmstadt

GEORG JAYME und DIETHELM BRÜNING

Eingegangen am 30. November 1957

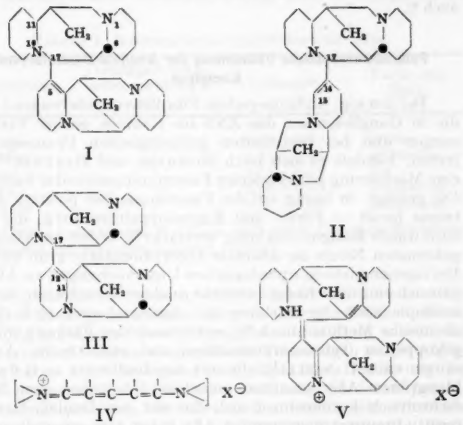
[1)] JAYME, G., u. W. VERBURG: Reyon, Zellwolle u. a. Chemiefasern 32, 193, 275 (1954). — [2)] JAYME, G., u. W. BERGMANN: a) Das Papier 10, 88 (1956); b) 11, 280 (1957); c) Naturwiss. 43, 300 (1956). — [3)] JAYME, G., u. F. LANG: Kolloid-Z. 144, 75 (1955). — [4)] NORMANN, W.: Chemiker-Ztg. 30, 584 (1906). — [5)] RYDHOLM, J.: Svensk Papperstidn. 55, 661 (1952).

Die Konstitution des Spartyrins

Für das bei der Dehydrierung des (—)-Sparteins mit Hypobromit entstehende β-Diplospartyrin vom Schmp. 150 bis 151°[1)] ist von uns durch die Synthese aus 17-Hydroxy-spartein und Δ^5-Dehydrospartein die Konstitution I nachgewiesen worden[2)]. Es geht beim Aufbewahren in saurer Lösung in die isomere α-Verbindung über[1b)], die in völlig reinem Zustand bei 181° schmilzt.

Bei der Oxydation des (—)-Sparteins mit Chromsäure in schwefelsaurer Lösung haben nun R. WILLSTÄTTER und W. MARX[3)] eine bei 153 bis 154° schmelzende, von ihnen „Spartyrin" genannte Verbindung in etwa 20%iger Ausbeute erhalten, die aber, wie wir an einem nach WILLSTÄTTER und MARX dargestellten, bei 157° schmelzenden Präparat festgestellt haben, nicht die von ihnen angenommene Formel $C_{15}H_{24}N_2$, sondern ebenso wie α- und β-Diplospartyrin die doppelte Molekelgröße besitzt. Die Verbindung ist nach dem UR-Spektrum und auch sonst verschieden vom α- und β-Diplospartyrin. Sie zeigt bei Zimmertemperatur in saurer Lösung keine Mutarotation; ihrer Summenformel entsprechend bezeichnen wir sie von jetzt an als *γ-Diplospartyrin*. Ihre Synthese gelang, als wir 17-Hydroxyspartein, das bei der Chromsäure-Oxydation des (—)-Sparteins in großer Menge entsteht[4)], mit dem durch thermische Zersetzung des N-Oxyds des (—)-Sparteins erhältlichen Δ^{14}-Dehydrospartein[5)] in wäßriger Lösung bei p_H 7 $1^1/_2$ Std kochten und dann alkalisch aufarbeiteten. Es muß dementsprechend die Konstitution II haben. Aus dem Δ^{14}-Dehydrospartein allein, das an sich auch die Möglichkeit hat, in ein Diplospartyrin überzugehen[1b)], [6)], bildete sich γ-Diplospartyrin unter diesen Bedingungen nicht.

Bei der Chromsäure-Oxydation des (—)-Sparteins nach WILLSTÄTTER und MARX muß demnach neben dem überwiegend entstehenden 17-Hydroxy-spartein auch das Δ^{14}-Dehydrospartein bzw. das entsprechende Imoniumsalz gebildet



werden. Ob die Kondensation zum γ-Diplospartyrin schon in der sauren Oxydationslösung oder erst beim Aufarbeiten des Reaktionsgemisches erfolgt, muß noch durch weitere Versuche geklärt werden.

Es ist einleuchtend, daß nach dem Prinzip der Diplospartyrin-Bildung noch weitere isomere und stereoisomere Diplospartyrine entstehen können[1b]). So haben wir aus 17-Hydroxy-spartein und dem aus α-Isospartein durch Dehydrierung mit Quecksilber(II)-acetat erhältlichen Δ^{11}-Dehydrospartein[7]) das bei 188° schmelzende δ-Diplospartyrin der Konstitution III dargestellt. Es ist ein Stereoisomeres des α- und β-Diplospartyrins (I); sein UR-Spektrum ist von den Spektren dieser Isomeren nur wenig, von dem des γ-Diplospartyrins (II) aber stärker verschieden.

Alle bisher dargestellten Diplospartyrine entstehen durch Kondensation des 17-Hydroxy-sparteins mit Dehydrosparteinen, die bei diesen Aldimkondensationen die Methylenkomponente darstellen; sie zeigen beim Lösen in verdünnter Essigsäure eine zitronengelbe Färbung, die auf Zusatz von Mineralsäuren verschwindet. Im Falle des α-, des β- und des γ-Diplospartyrins haben wir jetzt nachgewiesen, daß diese Färbung nicht den reinen Diplospartyrinen, sondern sich offenbar sehr leicht bildenden und schwer abtrennbaren Verunreinigungen zukommt. Bei sehr vorsichtigem Arbeiten lassen sich nämlich Präparate darstellen, die diese Erscheinung nicht mehr zeigen. Wir haben Gründe zu der Annahme, daß die gelben Salze durch Ringöffnung und Autoxydation unter Abspaltung von zwei Wasserstoffatomen aus den Diplospartyrinen entstehen, wobei sich das mesomere chromophore System IV ausbildet. Für die aus α- und β-Diplospartyrin entstehenden gelben Salze ergibt sich so die Konstitution V; die Formeln für die gelben Salze der Autoxydationsprodukte des γ- und δ-Diplospartyrins lassen sich in analoger Weise leicht aus II und III ableiten.

Institut für Organische Chemie der Technischen Hochschule, Darmstadt

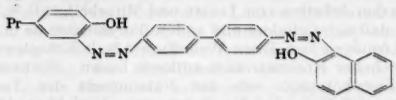
CLEMENS SCHÖPF und KARLFRIED KELLER

Eingegangen am 14. November 1957

[1]) a) WOLFFENSTEIN, R., u. J. REITMANN: Biochem. Z. **186**, 269 (1927). — b) SCHÖPF, C., u. H. L. DE WAAL: Chem. Ber. **89**, 909 (1956). Vgl. ferner c) WINTERFELD, K., u. M. SCHIRM: Arch. Pharmaz. Ber. dtsch. pharmaz. Ges. **276**, 544 (1938). — d) RINK, M.: Liebigs Ann. Chem. **588**, 131 (1954). — [2]) SCHÖPF, C., u. K. KELLER: Naturwiss. **43**, 325 (1956). — [3]) Ber. dtsch. chem. Ges. **38**, 1772 (1905). — [4]) RINK, M., u. K. GRABOWSKI: Arch. Pharmaz. Ber. dtsch. pharmaz. Ges. **289**, 695 (1956). 17-Hydroxyspartein läßt sich aus der nach [3]) erhaltenen sauren Oxydationslösung, in der die Chromsäure verbraucht ist, durch Zusatz von überschüssiger Chromsäure in 66%iger Ausbeute als Dichromat ausfällen. — [5]) GALINOVSKY, F., u. W. FISCHER: Mh. Chem. **87**, 763 (1956). Neben dem Δ^{14}-Dehydrospartein entsteht dabei auch das Δ^{11}-Dehydrospartein. Die Δ^{14}-Verbindung wurde uns von Herrn Dozent Dr. F. BOHLMANN überlassen, der sie als kristallisiertes, bei 271° (Zers.) schmelzendes Perchlorat isolierte (Privatmitteilung). — [6]) Wir prüfen zur Zeit, ob das von uns verwandte Perchlorat vom Schmp. 271° (Zers.) nicht doch das Perchlorat eines aus 2 Mol Δ^{14}-Dehydrospartein entstandenen Diplospartyrins ist, das unter unseren Kondensationsbedingungen wieder rückwärts in Δ^{14}-Dehydrospartein zerfällt, das nunmehr mit dem im Überschuß angewandten 17-Hydroxy-spartein zum γ-Diplospartyrin (II) zusammentritt. — [7]) LEONARD, N. J., P. D. THOMAS u. V. W. GASH: J. Amer. Chem. Soc. **77**, 1552 (1955). Vgl. auch [5]).

Polarisationsoptische Phänomene der Amyloid-Disazofarbstoff-Komplexe

Bei den sog. Alzheimerschen Fibrillenveränderungen (AFv), die in Ganglienzellen des ZNS im Rahmen seniler Veränderungen und bei bestimmten pathologischen Prozessen auftreten, handelt es sich nach MISSMAHL und HARTWIG[5b]) um eine Maskierung präformierter Fasern mit amyloider Substanz. Die geringe, in bezug auf die Faserlängsachse positive Anisotropie (positive Form- und Eigendoppeltbrechung) der AFv wird durch Kongorotfärbung verstärkt[3]), wobei zwischen den gekreuzten Nicols die anomale Absorptionsfarbe grün auftritt. Bei eigenen histo-morphologischen Untersuchungen an AFv ergab sich eine dem Kongoroteffekt analoge Verstärkung der Anisotropie nach der Färbung mit Amidoschwarz 10 B [histochemische Methode nach [6])] sowie nach der Färbung mit der gekoppelten Tetrazoniumreaktion auf aromatische Aminosäuren nach DANIELLI[1]): die mit Amidoschwarz 10 B dunkelblaugrünen AFv leuchten zwischen den gekreuzten Nicols dichroitisch karmoisinrot auf, die mit der Danielli-Methode positiv braunrot reagierenden AFv geben eine anomale orange Polarisationsfarbe. DIEZEL[2]) berichtete über einen analogen bordeaux-roten Polarisationseffekt der mit Evans-Blau gefärbten AFv. Kongorot, Amidoschwarz 10 B und Evans-Blau sind Disazofarbstoffe [s. [4])]; das Reaktionsprodukt der gekoppelten Tetrazoniumreaktion ist ein Protein-Disazo-Komplex folgenden Baus:



Nach diesen Befunden erfahren die Disazofarbstoffmolekeln eine geordnete Einlagerung in die submikroskopische Struktur des Polysaccharid-Protein-Komplexes Amyloid derart, daß die bezeichneten Polarisationseffekte (Verstärkung der positiven Anisotropie und Dichroismus) zustande kommen. Wir möchten daher von „positiven Disazoreaktionen" des Amyloids sprechen. Es handelt sich um den Ausdruck eines für Amyloid charakteristischen, aber nicht spezifischen strukturchemisch bedingten Verhaltens. So fand DIEZEL mit Disazo-Fettfarbstoffen dichroitische Effekte an den Markscheiden. Andererseits gelingt es auch mit anderen Farbstoffen [polychromes Methylenblau[5a])] und sogar durch Silber-Imprägnation mit der Bodian-Methode (eigener Befund), an den AFv eine Verstärkung der Anisotropie mit anomaler Polarisationsfarbe zu erzielen. Die Disazo-Effekte sind aber weitaus am deutlichsten und daher die für die Untersuchungspraxis geeignetsten.

Neurologisches Institut der Universität, Wien

FRANZ SEITELBERGER

Eingegangen am 29. November 1957

[1]) DANIELLI, J. F.: Cytochemistry. New York: John Wiley & Sons, Inc.; London: Chapman & Hall, Ltd. 1953. — [2]) DIEZEL, P. B.: Die Stoffwechselstörungen der Sphingolipoide. Berlin-Göttingen-Heidelberg: Springer 1957. — [3]) DIVRY, P., u. M. FLORKIN: C. R. Soc. Biol. [Paris] **97**, 1808 (1957). — [4]) HARMS, H.: Handbuch der Farbstoffe für die Mikroskopie, Teil II, 1. Lieferung. Kamp-Lintfort: Staufen-Verlag 1957. — [5]) MISSMAHL, H. P., u. M. HARTWIG: a) Virchows Arch. **324**, 489 (1953); b) Dtsch. Z. Nervenheilk. **171**, 173 (1954). — [6]) SEITELBERGER, F., G. VOGEL u. H. STEPAN: Arch. Psychiatr. u. Z. Neur. **196**, 154 (1957).

Über einen Pflanzenfarbstoff aus Cichorium

In Gewebeschnitten der Blätter von Cichorium intybus sowie Cichorium endivia bildet sich ein roter Farbstoff, welcher isoliert werden konnte. Der Farbstoff enthält Stickstoff und ist in den meisten Lösungsmitteln außer Wasser

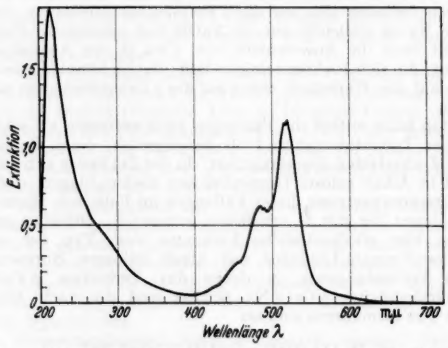


Fig. 1. Absorptionsspektrum des roten Farbstoffes aus Cichorium endivia. $d = 1$ cm, $c =$ etwa 0,1 g/Liter

und Alkohol unlöslich. An Talkum wird er rasch, an Cellulose dagegen nur langsam adsorbiert. Baumwollgewebe läßt sich durch Einbringen in die wäßrige Farbstofflösung leuchtend purpurrot anfärben, die Farbe ist jedoch nicht lichtecht. Mit Hilfe der Adsorbierbarkeit kann der Farbstoff verhältnismäßig leicht von anderen gelösten Stoffen abgetrennt werden, da er mit Methanol aus dem Adsorbens herauslösbar ist. Durch Papierchromatographie ist er nicht weiter aufspaltbar, so daß es sich um einen einheitlichen Stoff handeln dürfte. Fig. 1 zeigt das Absorptionsspektrum in Methanol mit Maxima bei 214, 485 und 519 mμ. In Wasser sind die Maxima etwas auseinandergerückt und liegen bei 205, 495 und 530 mμ. Ein in gleicher Weise aus den Blättern von Lactuca sativa erhaltener Farbstoff zeigt dasselbe Spektrum.

Der rote Farbstoff ist wenig beständig und wird durch Luftsauerstoff, Reduktionsmittel und verdünnte Säuren, vor

allem in der Wärme bald unter Entfärbung zersetzt. Mit verdünnten Alkalien bildet sich irreversibel eine hellgelbe Verbindung. Die Unbeständigkeit und die nur geringen gebildeten Mengen erschwerten bisher eine Konstitutionsermittlung, jedoch kann als sicher gelten, daß es sich um ein mehrkerniges Chinon handelt.

Da die Bildung des Farbstoffes nur im lebenden Pflanzengewebe zu beobachten ist, liegt die Annahme eines Zusammenhanges mit enzymatischen Vorgängen nahe. Möglicherweise handelt es sich um ein bisher nicht faßbares Zwischensubstrat einer wasserstoffübertragenden Enzymkette. Es ist aus einer Anzahl von Arbeiten bekannt, daß bei der Melaninbildung durch Phenoloxydasen in Pflanzen und in vitro ebenfalls rote chinoide Farbstoffe auftreten können, jedoch ist unseres Wissens hierbei noch kein Stoff mit dem in Fig. 1 wiedergegebenen Absorptionsspektrum festgestellt worden. Andererseits verwandelt sich der Farbstoff aus Cichorium beim Versuch, die methanolische Lösung einzudampfen, zum größten Teil in einen unlöslichen, melaninähnlichen, braunen Stoff.

Über Einzelheiten sowie weitere Ergebnisse soll an anderer Stelle berichtet werden.

Bundesforschungsanstalt für Lebensmittelfrischhaltung, Karlsruhe

ERWIN WINTER

Eingegangen am 12. November 1957

Zur quantitativen Bestimmung ungesättigter Fettsäuren auf Filtrierpapier

Nach INOUYE, NODA und HIRAYAMA[1]) lassen sich ungesättigte Fettsäuren in Form ihrer Methylester als Quecksilberacetat-Addukte auf Filtrierpapier trennen und mit Hilfe eines Quecksilberreagenzes, wie Diphenylcarbazon, als blaue Flecken sichtbar machen. Zur Herstellung der Methylester werden die Glycerinester der Gesamtfettsäuren mit Methanol umgeestert oder nach Verseifung die freien Fettsäuren mit Diazomethan umgesetzt, das man aus Nitrosomethylharnstoff oder „Diactin" der Firma Riedel de Haen nach Alkalibehandlung erhält. Dann wird ein Gewichtsteil der Gesamt-Fettsäuremethylester mit 5 Gewichtsteilen Quecksilber(II)acetat in 10 Volumenteilen absolutem Methanol 2 Std am Rückflußkühler gekocht, das Methanol vollständig abdestilliert und der Rückstand in etwa 50 Volumenteilen Petroläther aufgenommen. Nur die ungesättigten Fettsäureester liefern Addukte nach folgendem Reaktionsschema

$$R-CH=CH-R + Hg(CH_3COO)_2 + CH_3OH \rightarrow R-\underset{\underset{OCH_3}{|}}{CH}-\underset{\underset{HgCOOCH_3}{|}}{CH}-R + CH_3COOH$$

Das überschüssige Quecksilberacetat wird abfiltriert und die Petroläther-Lösung dann zum Auftropfen verwendet.

Von den untersuchten Chromatographierpapiersorten ergab die von Machery & Nagel als Nr. 214 bezeichnete die besten Trenneffekte. Das Chromatographierpapier wird mit Tetralin imprägniert und nach Auftragen der Fettsäureester-Lösung nach dem aufsteigenden Verfahren mit einem Gemisch von 70%igem Methanol/Eisessig (30:20) entwickelt. Bei 21°C ist nach 10 bis 12 Std eine Steighöhe von etwa 22 cm erreicht. Die Chromatogramme werden dann bei 80° C getrocknet (etwa 15 min).

Zur quantitativen Bestimmung besprüht man die trockenen Filtrierpapiere nicht mit Diphenylcarbazon, sondern hängt sie zunächst etwa 6 Std in eine Salzsäure-Atmosphäre und dann 12 Std in eine Schwefelwasserstoff-Atmosphäre. Dort, wo sich das angelagerte Quecksilber befindet, entstehen schwarzgraue Flecken von Quecksilbersulfid, die die Lokalisation der Fettsäureester anzeigen. Die R_f-Werte waren für Ölsäure 0,19, Palmitoleinsäure 0,32, Linolsäure 0,68, Linolensäure 0,95. Sind längerkettige ungesättigte Fettsäuren vorhanden, ist der Anteil des Eisessigs in der mobilen Phase zu verringern, bei kürzerkettigen und höher ungesättigten zu erhöhen. Es empfiehlt sich, stets Vergleichssubstanzen mitlaufen zu lassen.

Im Gegensatz zu den blauen Flecken, die sich mit Diphenylcarbazon bilden, sind die Quecksilbersulfid-Flecken längere Zeit haltbar. Ähnlich wie SEHER[2]) die gesättigten Fettsäuren quantitativ bestimmte, lassen sich nun auch diese Flecken mit einem Chromatometer (Schwärzungsmesser) der Firma B. Lange, Berlin-Zehlendorf, photometrieren. Man erhält eine Absorptionskurve, aus der der prozentuale Anteil der Einzelkomponenten errechnet werden kann (Fig. 1).

Berechnung. Man setzt die Summe der planimetrierten Flächen der Fettsäurekomponenten gleich 100 und gibt die einzelnen Fettsäureanteile in % an. Einem Mol Mono-en-Säure entspricht ein Mol Quecksilbersulfid, während an Linolsäure zwei, an Linolensäure drei Quecksilberacetatreste angelagert werden. Somit ist vor der Berechnung bei letzteren

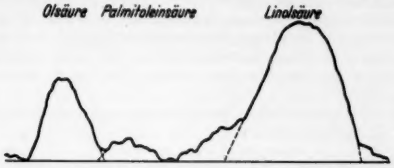


Fig. 1. Ungesättigte Fettsäuren aus normalem menschlichem Serum. Absorptionskurve

die planimetrierte Fläche durch zwei bzw. durch drei zu dividieren. Es ergaben sich für das in Fig. 1 als Absorptionskurve gezeigte Chromatogramm folgende Werte:

	Ölsäure		Palmitoleinsäure		Linolsäure
Planimetrierte Fläche (mm²)	1115	+	250	+	3640:2 = 3185
Entsprechende %-Zahlen	35,0	+	7,8	+	57,2 = 100

Zur Bestimmung der absoluten Mengen ist vor der Quecksilberanlagerung eine gravimetrische Ermittlung der Gesamtfettsäuren und gesättigten Fettsäuren erforderlich.

Eine quantitative Auswertung der Chromatogramme durch polarographische Bestimmung des Quecksilbers nach Elution des Papiers ist von KAUFMANN[3]) beschrieben worden.

Die Untersuchungen wurden teilweise im Deutschen Institut für Fettforschung, Münster i. Westf. (Leiter: Prof. Dr. Dr. h. c. H. P. KAUFMANN), durchgeführt.

Institut für Angewandte Zoologie der Universität, Würzburg

GERHARD SCHMIDT

Eingegangen am 18. November 1957

[1]) INOUYE, Y., M. NODA u. O. HIRAYAMA: J. Amer. Oil Chem. Soc. **32**, 132 (1955). — [2]) SEHER, A.: Fette, Seifen, Anstrichmittel **58**, 498 (1956). — [3]) KAUFMANN, H. P.: Fette, Seifen, Anstrichmittel **58**, 492 (1956).

Papierchromatographische Trennung der Oestrogene

Oestrogenbestimmungen stoßen auch heute noch aus zwei Gründen auf erhebliche Schwierigkeiten: 1. Mangelhafte Extraktion aus biologischem Material. — 2. Ungenügende oder sehr umständliche Trennung der Oestrogene.

Wir haben uns im wesentlichen mit der Trennung dieser Körperklasse befaßt. Die bisher üblichen Verfahren bedienen sich der Kolorimetrie, Fluorometrie und Chromatographie[1–10]). Das kolorimetrische Verfahren ist auf Hormonmengen über

Tabelle 1. *Kennzeichen der getrennten Oestrogene*

Substanz	Geringste nachweisbare Mengen in γ	R_f-Wert*)	Farbe mit $SbCl_5$
Oestron	5	0,39 ± 0,05	braun
Oestradiol . .	5	0,54 ± 0,05	gelbbraun
Oestriol. . . .	5	0,65 ± 0,05	rot
Equilin	5	0,38 ± 0,05	graubraun
Equilenin . .	5	0,31 ± 0,05	grünbraun

*) Die schwankenden R_f-Werte sind durch Unregelmäßigkeiten des Papiers im Acetylierungsgrad bedingt.

10 γ/ml beschränkt, fluorometrisch lassen sich zwar noch 0,5 γ/ml Oestrogene erfassen, aber die Empfindlichkeit dieser Methode gegenüber Fremdsubstanzen, die störend wirken, ist auch erheblich. Chromatographische Trennungen an der Al_2O_3-Säule haben mehr Reinigung und präparative Gewinnung der Oestrogene zum Ziel. Die bisher bekanntgewordenen papierchromatographischen Methoden sind entweder sehr umständlich oder lassen sich bei Nacharbeitung nicht eindeutig verifizieren. Wir haben daher eine eigene papierchromatographische Methode entwickelt, bei der wir folgendermaßen vorgehen.

0,001 bis 0,002 ml (0,5 bis 1,0% Lösungen in Äthanol) einer jeden Komponente werden auf dem Papier (Schleicher & Schüll

2043b, acetyliert) punktförmig aufgetragen. Als Lösungsmittel hat sich nach zahlreichen Vorversuchen Methanol/Wasser (80:20) am besten bewährt. Die Laufzeit beträgt bei Zimmertemperatur 5 Std. Nach dem Trocknen der Chromatogramme an der Luft werden sie durch eine 10%ige Antimonpentachloridlösung in Tetrachlorkohlenstoff gezogen und ungefähr 3 min bei 80° getrocknet. Dabei ergeben sich ganz charakteristische Anfärbungen, die zusätzlich zum R_f-Wert die Erkennung der einzelnen Oestrogene ermöglichen (Tabelle 1). Allerdings sind die Farbunterschiede nicht lange haltbar und gehen nach einigen Stunden in ein einheitliches schmutziges Braun über.

Über die quantitative Bestimmung der Oestrogene werden wir in Kürze berichten.

Forschungslabor der Chemisch-Pharmazeutischen Fabrik Adolf Klinge GmbH., München 23 (Leitung: Dr. J. Bosse)

Hansjürgen Struck

Eingegangen am 16. November 1957

[1]) Zimmermann, W.: Chemische Bestimmungsmethoden von Steroidhormonen in Körperflüssigkeiten, S. 58—61. Berlin-Göttingen-Heidelberg: Springer 1955. — [2]) Stimmel, B.F.: J. of Biol. Chem. **162**, 99 (1946). — [3]) Bauld, W.S.: Biochemic. J. **59**, 294 (1955). — [4]) Breuer, H.: Naturwiss. **42**, 1 (1955). — [5]) Brown, J.B.: Biochemic. J. **60**, 185 (1955). — [6]) Heftmann, E.: Science [Lancaster, Pa.] **111**, 571 (1950). — J. Amer. Chem. Soc. **73**, 851 (1951). — [7]) Mitchell, F.L., u. R.E. Davies: Biochemic. J. **56**, 690 (1954). — [8]) Puck, A.: Klin. Wschr. **1955**, 865. — [9]) Axelrod, L.R.: Recent Progr. in Hormone Res. **11**, 69 (1954). — [10]) Diczfalusy, E., u. P. Lindkvist: Acta endocrinol. [Copenh.] **22**, 203 (1956).

Zur Bestimmung von Purinen und Pyrimidinen auf Papierchromatogrammen

Die Bestimmung von Purin- und Pyrimidin-Basen auf Papierchromatogrammen ist nicht leicht ausführbar, da diese Verbindungen kein allgemein verwendbares Reagenz haben wie im Falle der Aminosäuren das Ninhydrin. Zur Bestimmung der Purine und Pyrimidine wurden bisher zahlreiche Verfahren vorgeschlagen, nämlich die UV-Absorption[1]), das Quecksilbersalz[2]), das Eosin-Sublimat[3]), das Folin-Reagenz[4]), das $KMnO_4$—Cl_2-Gas[5]), das Phenol-Reagenz[6]), das Fluorescein[7]), das Bromphenolblau-$AgNO_3$[8]), das $Co(NO_3)_2$[9]) und das modifizierte Zwicker-Reagenz[10]).

Von den oben erwähnten Bestimmungsmethoden wird am meisten das Verfahren mit der UV-Absorption verwendet, da dessen Empfindlichkeit die der übrigen übertrifft. Neben dem erwähnten Verfahren benötigt man jedoch ein einfacheres und hauptsächlich ein rascheres, besonders dann, wenn die UV-Messungen auf technische Schwierigkeiten stoßen. In der Reihe unserer Untersuchungen arbeiteten wir die folgende neue Methode aus.

Das Chromatogramm besprühen wir mit einer 0,2%igen wäßrigen Lösung von $CuSO_4$ und trocknen es hiernach unter der Infrarot-Lampe. Nach dem Trocknen setzen wir es 5 min einer NH_3-Atmosphäre aus und besprühen es sodann mit einer 0,1%igen Diphenylcarbazid-Lösung in Äthanol. Die Purin- und Pyrimidin-Basen erscheinen als weiße Flecke auf blauem Grunde. Wenn wir die Behandlung mit NH_3 ausschalten, erscheinen nur die Purine; sie sind so von den Pyrimidinen leicht zu unterscheiden.

Mit Hilfe dieser Methode kann bei Verwendung der von Kirby[11]) und Carter[12]) beschriebenen Lösungsmittel eine Menge von 1 bis 10 µg bestimmt werden.

Über einzelne Verbindungen und ausführliche Daten der Grenzempfindlichkeit, die Reaktions-Mechanismen und die Wirkungen der störenden Verbindungen werden wir später berichten.

Medizinische Universität, Tirgu-Mures, Rumänien

Vladimir Blazsek

Eingegangen am 7. November 1957

[1]) Markham, R., u. J.D. Smith: Biochemic. J. **45**, 294 (1949). — [2]) Visher, E., u. E. Chargaff: J. of Biol. Chem. **168**, 781 (1947). — [3]) Michl, K.: Naturwiss. **40**, 390 (1953). — [4]) Boser, H.: Hoppe-Seylers Z. **298**, 145 (1954). — [5]) Gerlach, E., u. H.J. Döring: Naturwiss. **42**, 344 (1955). — [6]) Harris, G., u. R. Parsons: Chem. a. Ind. **1956**, 1312. — [7]) Wieland, Th., u. L. Wirth: Angew. Chem. **63**, 141 (1951). — [8]) Wood, T.: Nature [London] **176**, 175 (1955). — [9]) Jatzkevitz, H.: Hoppe-Seylers Z. **292**, 93 (1953). — [10]) Hjelt, E., K. Leppänen u. Tamminen: Analyst **80**, 706 (1955). — [11]) Kirby, K.S.: Biochim. Biophys. Acta **18**, 575 (1955). — [12]) Carter, C.E.: J. Amer. Chem. Soc. **72**, 1466 (1950).

Mikroextraktor für biochemische und chromatographische Zwecke

Bei Untersuchungen der biologischen Stoffe, welche in großen Mengen schwer erreichbar sind, begegnet man Schwierigkeiten bei der quantitativen Extraktion. In unserem Laboratorium ist ein Mikroextraktor gebaut worden, welcher zur quantitativen Extraktion sehr kleiner Mengen (mg) des biologischen Materials und auch zum Auswaschen chromatographischer Flecken dient.

Der Hauptteil der Einrichtung ist ein in einer Kapillare endendes Glasröhrchen, im folgenden Extraktor genannt. Der Extraktor ist mittels eines Korkpfropfens im Vakuumkolben mit verkürztem Seitentubus befestigt und mit einer Wasserstrahlvakuumpumpe durch einen Gummischlauch verbunden, auf den eine Drehklemme aufgesetzt ist (Fig. 1). Durch den verkürzten Seitentubus hat man einen kleinen Verteiler eingeführt. Stoffe, bei denen nicht die Gefahr besteht, daß sie die Kapillare verstopfen, legen wir zur Extraktion direkt in den Extraktor. Stark zerkleinerte Stoffe (z.B. Pflanzenpollen, Sporen, Hyphen) muß man zuerst in einen kleinen Umschlag aus analytischem Fließpapier einwickeln und mit einer Platindrahtklammer gut zusammendrücken. Ausschnitte aus Papierchromatogrammen muß man vor der Extraktion fein zerschneiden.

Nach solcher Vorbereitung gießt man das Lösungsmittel in den Kolben *A* so hoch ein, daß das Niveau nicht das Ende der Kapillare erreicht; dann setzt man die Wasserstrahlpumpe in Betrieb und tropft so viel Lösungsmittel ein, daß der Extraktor bis zum vorher bezeichneten Niveau angefüllt wird (z.B. 0,5 ml). Die Wasserstrahlpumpe bewirkt, daß die Luft in kleinen Bläschen durch den Extraktor durchperlt. Diese Luft mischt und schüttelt alle zu extrahierenden Stoffe gut durch; aber sie kann auch bei einer lange dauernden Extraktion die Verdunstung des Lösungsmittels zur Folge haben. Darum muß man von Zeit zu Zeit das Niveau in dem Extraktor kontrollieren und im Bedarfsfalle das Lösungsmittel aus dem Verteiler zugeben.

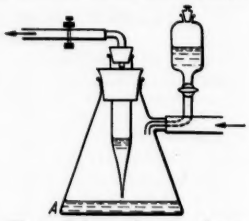


Fig. 1. Schema der Anordnung

Nach beendeter Extraktion nimmt man den Extraktor mit dem Pfropfen aus dem Kolben (ohne dabei die Kapillare zu beschädigen), dreht die Klemme zu, bringt an die Kapillare chromatographisches Papier oder andere Abnehmer und drückt den Gummischlauch zwischen Klemme und Extraktor mit dem Finger leicht ein. Dadurch tropft das Lösungsmittel mit den darin enthaltenen Substanzen aus.

Es ist möglich, die Extraktion mehrmals mit verschiedenen Lösungsmitteln an demselben Stoff zu wiederholen.

Auch die Extraktion bei verschiedenen kontrollierten Temperaturen kann man mit dieser Einrichtung durchführen. Zu diesem Zwecke wird der Apparat in ein zweckentsprechendes Bad gebracht. Wenn die Luft einen schädlichen Einfluß auf die analysierten Substanzen hat, muß man bei der Mischung und Schüttelung andere Gase verwenden. Zu diesem Zwecke fügt man dem Seitentubus des Kolbens *A* eine Gasquelle (CO_2, H_2S, N_2) mit Gummischlauch an, steckt den Verteiler durch den länglichen Durchschnitt des Gummischlauches und verschließt die Öffnung dicht mit Pflaster.

Die Nützlichkeit des Apparates erhöht sich, wenn er ganz aus Glas gebaut ist.

Institut für Pflanzenphysiologie (Direktor: Prof. Dr. W. Moycho), *Universität in Łódź, ul. Narutowicza 68, Polen*

Roman Antoszewski

Eingegangen am 4. November 1957

Untersuchungen über das Vorkommen von Hexosen und Glukosamin im Serumeiweiß von Haustieren

Die Bestimmung der Glykoproteide im Serum gewinnt in der klinisch-chemischen Diagnostik der Humanmedizin zunehmend an Bedeutung, nachdem gezeigt werden konnte, daß diese bei einer Reihe von Erkrankungen vermehrt sind[1]),[2]). Eine erhebliche Zunahme der Glykoproteide ist besonders bei Krebserkrankungen, bei chronischen bakteriellen Infektionen, bei infektiösen Lebererkrankungen sowie bei akuten und chronischen Entzündungen zu beobachten.

Während über die Glykoproteide des Serums von Menschen unter physiologischen und pathologischen Bedingungen

zahlreiche Angaben vorliegen, sind Untersuchungen in tierischen Seren bisher kaum durchgeführt worden. Die Bestimmung der Glykoproteide kann als proteingebundene Hexose oder als proteingebundenes Glukosamin erfolgen. Bei vorliegenden Untersuchungen wurde die Analyse der Eiweißstoffe auf ihren Gehalt an Hexosen nach der Methode von LUSTIG und LANGER in der Modifikation von WEIMER und MOSHIN[3]) vorgenommen; zur Bestimmung des Glukosamins diente ein

Tabelle 1. *Proteingebundene Hexose im Serum von Haussäugetieren*

	Mittelwert (mg-%)	Schwankungsbreite
Rinder	150 ± 14,6	130—170
Kälber	125 ± 26	90—180
Schafe	138 ± 17,6	90—175
Ziegen	185 ± 16,2	165—208
Pferde	216 ± 35,7	165—280
Schweine	190 ± 20,6	160—240

von HIRSCH und CATTANEO[4]) beschriebenes Verfahren. Tabelle 1 gibt die im Serum von Haussäugetieren ermittelten Werte[5]).

Es ist ersichtlich, daß der Gehalt an proteingebundener Hexose und an Glukosamin — bedingt durch den artspezifischen Aufbau der Serumeiweißstoffe — bei den untersuchten

Tabelle 2. *Proteingebundenes Glukosamin im Serum von Haussäugetieren*

	Mittelwert (mg-%)	Schwankungsbreite
Rinder	109 ± 9,2	90—125
Kälber	92 ± 14,9	65—115
Schafe	91 ± 19,2	60—120
Pferde	141 ± 17,1	115—170
Schweine	147 ± 17,8	120—180

Tierarten verschieden hoch ist. Es besteht dabei, wie auch beim Menschen[6]) festgestellt wurde, schon unter normalen Verhältnissen eine beträchtliche Schwankungsbreite der Werte. Ebenso wie der Gesamteiweißgehalt lag auch der Anteil an proteingebundener Hexose und an Glukosamin bei Kälbern niedriger als bei erwachsenen Tieren (Tabelle 2).

Tabelle 3. *Hexose und Glukosamin im Serumeiweiß von Geflügel*

	Zahl	Proteingebundene Hexose (mg-%)		Proteingebundenes Glukosamin (mg-%)	
		Mittelwert	Schwankungsbreite	Mittelwert	Schwankungsbreite
Gänse	20	95 ± 13,3	80—125	83 ± 10,7	65—100
Enten	20	99 ± 7,5	90—110	89 ± 6,8	80—110
Hühner	20	185 ± 13,9	150—215	113 ± 12,6	90—135

In Fortsetzung dieser Arbeit wurden Seren von Geflügel einer Analyse unterzogen; die Ergebnisse zeigt Tabelle 3. Wie aus ihr ersichtlich ist, ist auch bei Hausgeflügel der Gehalt an Glukosamin und Hexosen im Serumeiweiß unterschiedlich, wobei das Huhn die höchsten Werte aufweist.

Veterinär-Physiologisch-Chemisches Institut der Karl-Marx-Universität, Leipzig

E. KOLB

Eingegangen am 25. November 1957

[1]) WINZLER, I. R.: Meth. of Biochem. Analysis **2**, 279 (1955). — [2]) SÜDHOF, H., u. H. KELLNER: Physiologie und klinische Bedeutung kohlenhydrathaltiger Körperstoffe. Basel: Karger 1957. — [3]) WEIMER, H.E., u. I. R. MOSHIN: Amer. Rev. Tubercul. **68**, 594 (1952). — [4]) HIRSCH, A., u. C. CATTANEO: Klin. Wschr. **1957**, 26. — [5]) KOLB, E.: Arch. exp. Vet.-Med. (im Druck). — [6]) GOA, I.: Scand. J. Clin. Invest. **7**, Suppl. 22, 5 (1955).

Zusammenhängende Untersuchung der manometrischen und elektrometrischen Meßmethode bei der Zellatmung

Die gleichzeitige Beobachtung der Zellatmung nach der manometrischen und der elektrometrischen Methode bietet eine Möglichkeit zur zeitlichen Verfolgung des Sauerstoffverbrauches der Zelle.

Bei der Prüfung der Atmung von Taubenmuskeln in Ringerlösung zeigte sich, daß das Elektrodenpotential während der ersten 10—15 min bedeutend unter den Ausgangswert herabsinkt. Die Ursache hierfür ist, daß die Zellen durch Verbrauch des Sauerstoffes aus dem Nährboden ein System mit niedriger Sauerstofftension herausbilden und dementsprechend auch das Elektrodenpotential niedrigere Werte annimmt[1]). Die manometrisch verfolgte Atmung[2]) ist am intensivsten, wenn das Elektrodenpotential niedrige Werte zeigt. Jetzt nehmen nämlich die Zellen den zu ihrer Atmung benötigten gesamten Sauerstoff des Luftraumes mittels Diffusion durch den Nährboden auf, um ihn augenblicklich zu verbrauchen. Infolge der Atmung bleibt der Unterschied in der partialen Sauerstofftension zwischen Nährboden und Luftraum auch weiter bestehen. Dies wird auch durch das niedrige Elektrodenpotential bewiesen. Die gemeinsame Anwendung der beiden Methoden erlaubt auf das präziseste, den für die Einleitung der manometrischen Messung am besten geeigneten Moment zu ermitteln. Denn wenn nicht von dem niedrigen Potentialniveau an gemessen wird, so entspricht die beobachtete Atmung nicht den wahren Verhältnissen.

Biochemisches Institut der Medizinischen Universität, Szeged, Ungarn

EMMA PETTKÓ und ENDRE KOVÁCS

Eingegangen am 27. November 1957

[1]) KOVÁCS, E., u. A. KRÁMLI: Biológiai Közlemények **5**, 59 (1957). — [2]) DIXON, M.: Manometric Methods. Cambridge: Cambridge University Press 1951.

Potentialmessungen am röntgenbestrahlten Muskel

Nach Einwirkung ionisierender Strahlen kommt es im Gewebe zu einer Verschiebung der Konzentrationen von Kalium und Natrium. Von der Verteilung vor allem der Kalium-Ionen wird die Höhe des Membranpotentials mitbestimmt. Die vorliegende Untersuchung befaßt sich mit der Frage, wie weit Röntgenstrahlen die elektrischen Eigenschaften eines Muskels verändern.

In der üblichen Weise isolierte *Mm. sartorii* des Frosches wurden nach einstündiger Inkubation in O_2-durchperlter Ringer-Lösung in eine feuchte Kammer gebracht. Mit unpolarisierbaren (Zink-Zinksulfat-Wollfaden-)Elektroden wurde dann die Potentialdifferenz zwischen zwei etwa 2 cm auseinanderliegenden Stellen gemessen. Nach einstündiger Beobachtung, während der sich nur in Einzelfällen geringe Potentialschwankungen (bis 2 mV) zeigten, wurde der Bereich einer Ableitungsstelle unter fortlaufender Potentialmessung in einer Breite von 9 mm bei einer Dosisleistung von 3000 r/min mit verschiedenen Dosen bestrahlt (145 kV, 19 mA, 7 cm FA). Anschließend weitere mehrstündige Messung der Potentialdifferenz. Die Aufzeichnung erfolgte automatisch. — Nach Versuchsende wurde eine Schnittstelle innerhalb oder außerhalb des Bestrahlungsbereiches angelegt und die Potentialdifferenz zwischen dieser und der unbestrahlten Ableitungsstelle gemessen. Auch am unbestrahlten Kontrollmuskel wurde das Verletzungspotential bestimmt.

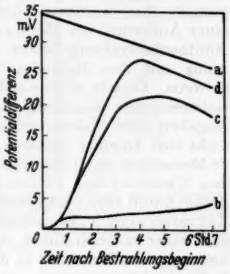


Fig. 1. Potentialdifferenz zwischen einer unbestrahlten und einer mit 100 kr (*b*), 200 kr (*c*), 300 kr (*d*) bestrahlten Stelle des *M. sartorius* (Dosisleistung 3000 r/min). *a* Potentialdifferenz zwischen der unbestrahlten Ableitungsstelle und einer Schnittstelle neben dem mit 300 kr bestrahlten Bereich

Die Muskulatur ist ein sehr strahlenresistentes Gewebe. Erst hohe Dosen führen zu einer Beeinflussung des Muskels. Bei der beschriebenen Versuchsanordnung kommt diese Beeinflussung darin zum Ausdruck, daß bei fortlaufender Einstrahlung etwa 15 bis 30 min nach Bestrahlungsbeginn eine Potentialdifferenz zwischen der bestrahlten und der unbestrahlten Ableitungsstelle auftritt. Die bestrahlte Stelle wird, wie jede Verletzungsstelle, gegenüber der unbestrahlten Ableitungsstelle elektrisch negativ. Bei einer Gesamtdosis von 300 kr (Kurve *d* der Fig. 1) erreicht die Potentialdifferenz innerhalb von 4 Std ein Maximum, das etwa der Höhe des sog. Verletzungspotentials entspricht. Dieses Verletzungspotential, gemessen zwischen der unbestrahlten Ableitungsstelle und einer frischen Schnittstelle außerhalb des Bestrahlungsbereiches, wird durch die Teilbestrahlung des Muskels mit 300 kr ebenfalls beeinflußt, obwohl beide Ableitungsstellen außerhalb

des Bestrahlungsbereiches liegen, seine Werte sinken nach der Bestrahlung langsam ab (Kurve *a* der Fig. 1). Entsprechend dieser Verringerung des Verletzungspotentials nimmt auch die Potentialdifferenz zwischen der bestrahlten und der unbestrahlten Stelle nach Erreichen des Maximums langsam wieder ab (Kurve *d* der Fig. 1). Die nicht bestrahlte Stelle verändert sich also nach hochdosierter Bestrahlung einer getrennt von ihr liegenden Stelle ebenfalls. Es ist anzunehmen, daß ein langsames Hinwandern der an der bestrahlten Stelle aus der Faser austretenden Kaliumionen zur unbestrahlten Ableitungsstelle hin dabei eine Rolle spielt.

Höhere Strahlendosen ändern den beschriebenen Verlauf nicht nennenswert. Bei niedrigeren Dosen dagegen ist der zeitliche Ablauf langsamer und die Potentialänderung insgesamt geringer. 100 kr (Kurve *b* der Fig. 1) bedingen nach stärkerem Anfangsanstieg nur noch eine geringfügige Zunahme der Spannung zwischen bestrahlter und unbestrahlter Ableitungsstelle, während der Spannungsanstieg nach höheren Dosen über das Bestrahlungsende hinaus unverändert anhält. Auch nach 50 kr sind — allerdings mit anderer Methode — noch Änderungen des Ruhepotentials beschrieben worden[1]). — Die bestrahlte Ableitungsstelle geht bei Dosen über 100 kr langsam in Kontraktur.

In mehr als der Hälfte der Versuche tritt in dem ansteigenden Schenkel der Kurve bei Dosen über 100 kr 2 bis 3 Std nach Bestrahlungsbeginn eine Stufe auf, d.h. eine etwa 10 bis 20 min dauernde Abflachung des Spannungsanstieges. Sie scheint besonders bei den Muskeln älterer und schwächerer Tiere vorhanden zu sein. Überhaupt zeigt die Potentialänderung nach Strahleneinwirkung eine gewisse Abhängigkeit von dem Zustand der Tiere, der Jahreszeit und der Muskelart. Die vorliegenden Angaben beziehen sich auf *Mm. sartorii* von Winterfröschen. Bei *Mm. gastrocnemii* beginnt der Spannungsanstieg zwischen bestrahlter und unbestrahlter Ableitungsstelle im allgemeinen später, ist dann aber steiler, so daß das Maximum früher erreicht ist.

Solche Potentialmessungen ermöglichen es, die Entstehung und den zeitlichen Ablauf einer der strahlenbedingten Schädigungen ohne weiteren Eingriff zu beobachten. Der Befund einer Änderung der Membranpolarisation durch hochdosierte Röntgenbestrahlung steht in grundsätzlicher Übereinstimmung mit den Befunden über Kaliumverluste bestrahlter Gewebe. Gerade an der isolierten Muskulatur, die für Potentialmessungen besonders günstige Bedingungen bietet, liegen Angaben über Kaliumverluste nach Strahleneinwirkung aber nicht vor. In einer weiteren Mitteilung wird über entsprechende Messungen unter Bedingungen, die mit denen der vorliegenden Untersuchung vergleichbar sind, berichtet werden. — Außer durch eine veränderte Elektrolytverteilung könnte das Auftreten einer Potentialdifferenz zwischen einer bestrahlten und einer unbestrahlten Ableitungsstelle auch durch eine Änderung der Membran in ihrer Eigenschaft als Ionenbarriere bedingt sein.

Institut für Röntgenforschung der Universität, Bonn

H. D. Bergeder

Eingegangen am 13. November 1957

[1]) Walker, V. N., u. J. W. Woodbury: Fed. Proc. **12**, 150 (1953).

Entstehung und Verhalten kernloser Zellfragmente in der Gewebekultur

Lettré[1]) hat gezeigt, daß Fibroblasten und andere Zelltypen in der Gewebekultur während der Mitose charakteristische Plasmabewegungen durchführen, die hauptsächlich in der Ausstülpung von Pseudopodien bestehen. Er zeigte ferner, daß ähnliche Vorgänge sich auch unabhängig von der Mitose durch Viktoriablau hervorrufen ließen, eine Substanz, die eine Affinität zu Nukleinsäuren und zu Mitochondrien habe[1]). Interessanterweise kam dabei auch völlige Abschnürung von Zellfragmenten zustande, über deren weiteren Verbleib nichts bekannt ist.

Fixierte Präparate gut wachsender Gewebekulturen von Herzfibroblasten und Pigmentepithelzellen des Hühnerembryos (Züchtung nach Maximow*)) enthalten zahlreiche Mitosen, die das von Lettré beschriebene Phänomen aufweisen. Außerdem findet man nicht selten, daß sich gegen Ende der Mitose Teile des Zytoplasmas total abschnüren (Fig. 1). Dieser Vorgang kann also auch ohne ein Agens wie Viktoriablau stattfinden, wenngleich nicht in demselben Ausmaße. Interessant ist das weitere Verhalten der so entstandenen Fragmente. Zwischen intakten Zellen findet man kernlose Zellfragmente, die offenbar bei der Mitose abgeschnürt wurden, inzwischen aber ihre relative Lage zur Ursprungszelle weitgehend verloren haben. Ein Teil von ihnen wird möglicherweise durch Phagozytose verschwinden. Andere aber, die nicht phagozytiert werden, weisen ein Verhalten auf (Fig. 2a und b), das dem von Zellen in Mitose gleicht, allerdings im Hinblick auf das gesamte Stück weit dramatischer ist. Das Zellfragment zerfällt dabei schließlich unter Ausbildung

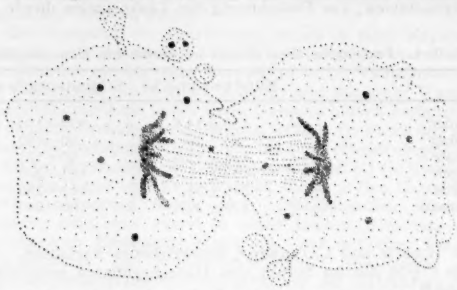
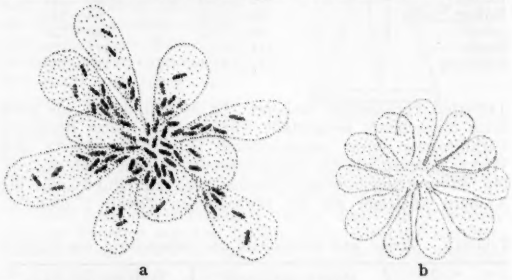


Fig. 1. Pigmentepithelzelle in Anaphase mit abgeschnürten Fragmenten. Vergr. 1660fach. Färbung: Ehrlichs Hämatoxylin

von Pseudopodien, die sich bis tief ins Zentrum hinein voneinander abschnüren. Der bei den intakten Zellen auf die Oberfläche beschränkte Prozeß setzt sich somit nach Abschnürung der Fragmente bei diesen intensiviert fort und führt durch weitere Zerklüftung zu ihrem Zerfall. Lettré[2]) und Siebs haben kürzlich die Entstehung kernloser Fibroblasten in vitro nach 24stündiger Einwirkung von Diäthyl-



a b

Fig. 2a u. b. Kernlose Zellfragmente. a Extrem großes Fragment aus einer Pigmentzelle. b Kleines, unpigmentiertes Fragment. Vergr.: a 1660fach, b 2900fach. Färbung: Ehrlichs Hämatoxylin

stilböstrol und Testosteron beschrieben. Dabei trat das hier für kleinere kernlose Fragmente beschriebene Verhalten zwar nicht ein, allerdings zerfiel ein Teil der Zellen schon während dieses Zeitraumes.

Der Unterschied zwischen der intakten Zelle nach der Mitose und den abgeschnürten Fragmenten bezüglich der Einstellung oder der Persistenz der Zytoplasmabewegungen läßt sich dahingehend interpretieren, daß der intrazelluläre Zustand, der sich in der pseudopodialen Bewegung der kugelig abgerundeten Zelloberfläche äußert, durch die Mitose — sei es durch deren Ablauf, sei es durch die daraus resultierende funktionelle Verdoppelung der Chromosomen — beseitigt wird.

McArdle Memorial Laboratory, University of Wisconsin, Madison/Wis. USA

Edmund Güttes

Eingegangen am 9. November 1957

*) Embryoextrakt und Blutplasma wurden von den Difco Laboratories, Detroit/Mich. USA, bezogen.

[1]) Lettré, H.: Naturwiss. **38**, 490 (1951). — [2]) Lettré, H., u. W. Siebs: Protoplasma **46**, 523 (1956).

Treatment of Experimental Tumours by Thioctic Acid

The importance of cellular thiols in the pathogenesis of malignant tumours, as well as the pharmacological and therapeutical interest of substances carriers of —SH groups in the field of experimental and human neoplastic diseases, are evidenced by the works of several authors. A review of the literature on this subject has been performed by one of us[1]). If this is considered, it appears interesting to investigate the

action on experimental tumours of a new compound like thioctic acid (lipoic acid) — which in the organism is easily reduced to a dithiol[2]) — particularly as one of us demonstrated that it is endowed with a clear antimitotic action[3]).

The aim of this note is to report as briefly as possible our research on the action of thioctic acid (T. A.) on two types of experimental tumours: 3,4-benzopyrene sarcoma of the rat and Ehrlich carcinoma-ascites of the mouse. T. A. was employed as sodium salt in aqueous solution and was kindly supplied by "Istituto Sieroterapico Italiano" of Naples. The animals (albino rats aged 3 to 4 months and weighing 190 to 250 g, white mice of Morini strain aged 3 months and weighing 18 to 25 g), were all male and came from the breeding of one of our institutes; they were labeled and individually followed.

Action on 3,4-benzopyrene sarcoma from injection of the carcinogen. 30 rats were injected subcutaneously in the right inguinoabdominal region by 1 ml of 1% solution of 3,4-benzopyrene in olive oil (and this injection was repeated again three times at intervals of twenty days). They were divided into 3 groups of 10 animals; the first group did not receive any additional treatment, whilst the second and the third groups were given by subcutaneous route a daily dose of T.A., respectively of 1,5 and 15 mg/kg; the administration of the drug was begun the day before the first injection of 3,4-benzopyrene and was continued up to the end of the experiment.

After six months, only one rat of the third group had not shown any neoplastic sign, whilst a conspicuous or a nodular tumour had taken place at the site of the injection in all the other 29 animals. In short, no significant differences were observed between the control group and the groups treated by A.T., though, on the basis of a detailed discussion of our findings, we were induced rather to think that T.A. exerts a slight inhibiting action on the development of 3,4-benzopyrene tumours, than to consider the drug absolutely devoid of activity.

Action on transplanted 3,4-benzopyrene tumours. 27 rats received a subcutaneous graft in the right axillary region of a 3,4-benzopyrene sarcoma at its fifth transplantation in animals of the same strain. After 13 days, 20 animals were chosen among those in which the tumour had taken root and were divided into 4 groups of 5 animals: the first group was given no treatment, the other three groups were treated by subcutaneous route with a daily dose of T.A., respectively of 1·5, 15 and 75 mg/kg. The administration was continued up to the end of the experiment.

The development of the tumour was controlled by repeated measurements by Lutz's technique[4]), which had proved to be satisfactory in previous works of one among us[5]). The curves of the growing of the tumours, obtained plotting the volumes against the times, did not show any evident action of T.A. on transplanted 3,4-benzopyrene tumours. Also the direct treatment by intratumoral injection of the drug (a daily dose of 5 mg, in 6 animals, since the 18th day after the transplantation and for 10 days) did not appear to exert a significant inhibition on the growth of the sarcoma.

Action on Ehrlich carcinoma-ascites. 30 mice received an intraperitoneal injection of 0,3 ml of ascitic fluid withdrawn (and pooled) from two mice transplanted with Ehrlich carcinoma-ascites at its seventh graft in our strain; they were then divided into 5 groups: the first group, of 10 animals, received no additional treatment, whilst the other groups were treated since the day following the transplantation by a daily dose of T.A., respectively of 15 mg/kg by intraperitoneal route, of 15 mg/kg by subcutaneous route, of 45 mg/kg by intraperitoneal route, of 45 mg/kg by subcutaneous route.

The treatment by both routes and by both doses did not exert an evident influence on the development of carcinoma-ascites. The volume of ascitic fluid and the mortality did not show significant differences among the various groups of treated and not treated animals. Also the autopsic and histologic findings of the large invasion by the neoplastic process of the abdominal viscera in some treated mice confirmed that T.A. seems unable to hinder the progress of the experimental disease. The only difference that was found between the control group and the treated groups consists of a higher cellular content of the ascitic fluid in the latter ones, as counts by a Thoma-Zeiss chamber allowed to remark.

So, our conclusions about an inhibiting action on an experimental sarcoma and an experimental carcinoma of T.A., administered by various routes and at different doses, are essentially negative. Only in the case of tumours from injections of 3,4-benzopyrene, a very slight influence of the drug may be suspected, but has been by no means evidenced.

Various hypotheses may be advanced to explain the lack of antitumoral activity of T.A. in our experimental conditions. Further research is needed to demonstrate which of these hypotheses is the nearest to the truth.

Istituto di Farmacologia e Tossicologia dell'Università di Napoli (Direttore: Prof. Leonardo Donatelli) *and Istituto per lo Studio e la Cura dei Tumori "Fondazione Pascale", Napoli (Direttore: Prof.* Pietro Verga)

Vincenzo Di Carlo, Giuseppe Maimone
and Giacomo Giordano

Eingegangen am 6. November 1957

[1]) Di Carlo, V.: In press. — [2]) Boni, P., F. Reduzzi, G. Bile and V. Galloro: Clin. Terap. **9**, 129 (1955). — [3]) Di Carlo, V.: Arzneimittel-Forsch. **1957** (in press). — [4]) Lutz, B.R., G.P. Fulton, D.I. Patt, A.H. Handler and D.F. Stevens: Cancer Res. **11**, 64 (1951). — [5]) Maimone, G.: Boll. Fondaz. Pascale **2**, 40 (1955).

Ein Schnelltest zur Identifizierung von Merulius-Arten

Die sichere Bestimmung des echten Hausschwammes [*Merulius lacrymans* (Wulf.) Schum., var. *domesticus* (Pers.) Falck] und seine Unterscheidung von anderen häufigen Holzzerstörern ist beim Fehlen von Fruchtkörpern keine leichte Aufgabe. Die mikroskopisch feststellbaren Eigentümlichkeiten des Luftmyzels sind nicht in allen Fällen zur überzeugenden Diagnose ausreichend[1]). Da sich aber der echte Hausschwamm in seiner Vitalität und Zerstörungskapazität von den übrigen holzzerstörenden Pilzen unterscheidet, ist eine Sicherung der Bestimmung in jedem Falle wünschenswert, zumal da der Entscheid meist weitreichende rechtliche und wirtschaftliche Folgen hat.

Wir konnten nun feststellen, daß die auf Malzagar gezogenen Myzelien der beiden geprüften Merulius-Arten (je sechs verschiedene Stämme von *M. lacrymans* und von *M. silvester*

Fig. 1. UV-Photoprint-Reproduktion des Elektrophorese-Streifens nach fünfstündiger Trennung eines wäßrigen Extraktes von *Merulius silvester*. (Phosphatpuffer p_H 8,0; 110 V.) *a* Startfront; *b* fluoreszierende Zone

Falck) ebenso wie lebendes Myzel aus befallenen Häusern bei beiden Arten stets je einen charakteristischen, wasserlöslichen, nach der Isolierung farblosen, im UV-Licht einer Quarzlampe (Stabanalysenlampe Hanau) aber grünblau *(M. lacrymans)* bzw. blau *(M. silvester)* fluoreszierenden Stoff enthalten. Beide Substanzen haben bei der papierchromatographischen Trennung des wäßrigen Myzelextraktes (auf Whatman Nr. 1 mit Butanol-Eisessig-Wasser) denselben R_F-Wert (0,41) und wandern bei der Papierelektrophorese (im Phosphatpuffer p_H 8,0) kathodisch mit derselben Geschwindigkeit (Fig. 1). Wie die Absorptionsspektren erkennen lassen, sind die beiden Substanzen nicht identisch. Speziell die elektrophoretische Methode gestattet mit wenig Material (Mindestmenge etwa 10 mg Frischgewicht) in kurzer Zeit (etwa 2 Std bei 110 V Spannung) die sichere Trennung dieser Stoffe von anderen, ebenfalls im UV-Licht fluoreszierenden Substanzen, etwa verschiedenen Aminosäuren (denen sie nicht zugehören).

Wäßrige Auszüge aus längere Zeit abgestorbenen Myzelproben von *M. lacrymans* zeigen statt des beschriebenen Stoffes einen anderen von ähnlicher Fluoreszenzfarbe, der aber mit Butanol-Eisessig-Wasser einen R_F-Wert von 0,85 hat und bei der Elektrophorese (unter den angegebenen Bedingungen) anodisch wandert, sich auch im Absorptionsspektrum deutlich unterscheidet. Wahrscheinlich entsteht diese zweite Substanz nach dem Absterben des Myzels allmählich aus der ersten; möglicherweise läßt sich daraus die (Mindest-) Zeitspanne seit dem Tode einer Probe ermitteln.

Da entsprechende Verbindungen den Myzelien von *Coniophora cerebella* (Pers.) Duby, *Poria Vaillantii* (D. C.) Fr., *Poria vaporaria* Pers., *Stereum hirsutum* (Willd.) Pers.,

Lenzites abietina (BULL.) FR., *Paxillus acheruntius* SCHROET., *Lentinus lepideus* FR., *Trametes radiciperda* HART. und *Armillaria mellea* (VAHL) QUÉL. stets fehlen, eignet sich ihr Nachweis zur sicheren Bestimmung der beiden Meruliusarten, wenn er auch (ohne Feststellung des Absorptionsspektrums) keine zuverlässige Unterscheidung zwischen *M. lacrymans* und *M. silvester* (der allerdings in Häusern höchst selten angetroffen wird) gestattet.

Die chemische Charakterisierung der gefundenen Stoffe wurde begonnen. Über ihre Ergebnisse sowie über die mitgeteilten Befunde wird anderweitig ausführlicher berichtet werden.

Mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft.

Forstbotanisches Institut der Forstlichen Forschungsanstalt, München

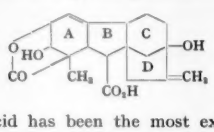
HUBERT ZIEGLER und GABRIELE LAU

Eingegangen am 11. November 1957

[1]) Vgl. u. a. HARTIG, R.: Der echte Hausschwamm und andere das Bauholz zerstörende Pilze, 2. Aufl. bearbeitet von C. v. TUBEUF. Berlin 1902. — MEZ, C.: Der Hausschwamm und die übrigen holzzerstörenden Pilze der menschlichen Wohnungen. Dresden 1908. — FALCK, R.: Hausschwammforsch. 6 (1912). — GISTL, R.: Einführung in die Biologie des Bauens. Stuttgart 1946.

The Occurrence of Gibberellin A_1 in Higher Plants: Isolation from the Seed of Runner Bean (Phaseolus multiflorus)

The gibberellins, metabolic products of the fungus *Gibberella fujikuroi*, stimulate the growth of many plants[1]). In particular they greatly accelerate the growth of dwarf varieties of some species, such as pea (*Pisum sativum*), French bean (*Phaseolus vulgaris*), and maize[2]),[3]). Three gibberellins are known[1]) — gibberellic acid $C_{19}H_{22}O_6$ for which the structure shown has been suggested[4]); gibberellin A_1 $C_{19}H_{24}O_6$, a dihydroderivative of gibberellic acid in which the double bond of ring A is reduced[5]); and gibberellin A_2 $C_{19}H_{26}O_6$.



Gibberellic acid has been the most extensively studied and has been shown to produce a wide variety of growth responses in plants[1]). These effects led RADLEY[6]) and BRIAN[7]) to suggest that gibberellic acid, or a closely related substance, occurs naturally in higher plants, participating in the plant growth regulating system. We now wish to report the isolation, in pure form, of gibberellin A_1 from immature seed of runner bean (*Phaseolus multiflorus*).

Extracts from the seed of bean (Black Valentine) with biological properties which can now be recognised as similar to the gibberellins were first described by MITCHELL, SKAGGS and ANDERSON[8]). More recently extracts with gibberellin-like activity have been obtained from the seed of many flowering plants[3]) and PHINNEY and WEST[9]),[10]) have described the isolation of highly active fractions from the seed of both *Phaseolus vulgaris* and *Echinocystis macrocarpa*.

In our procedure for the isolation of gibberellin A_1, biological activity was assayed at each step by the dwarf pea seedling method described by RADLEY[11]). Extraction of immature seed (87·3 kg) of bean with 70% aqueous ethanol (80 litres) gave a biologically inactive neutral fraction (37·5 g), fumaric acid (8·0 g), and an active acidic gum (14·6 g). After an unsuccessful attempt to prepare a crystalline cyclohexylamine salt, the active acid fraction (12·1 g) was recovered. A portion (500 mg) of the latter was adsorbed on a column of celite: charcoal (2:1) and eluted with water containing increasing amounts of acetone. This procedure has been described by PHINNEY and WEST[10]). Recovery of the fraction eluted with water containing 55% acetone gave a partly crystalline residue (14 mg) which, on recrystallisation from ethyl acetate, yielded gibberellin A_1, as prisms (2 mg) m.p. 256—260° C (Koffler block) which showed identical infra-red absorption ("Nujol" mull) with an authentic specimen. The methyl ester prepared with diazomethane, crystallised from ethyl acetate — light petroleum (b.p. 60—80° C) in needles m.p. and mixed m.p. 232—234° C (Koffler block) and showed identical infra-red absorption ("Nujol" mull) with an authentic specimen. A detailed account of this work will appear elsewhere.

It now seems probable that gibberellin A_1 (or one of the other known gibberellins) is also responsible for the "gibberellin-like" activity in extracts of seeds of other plants[3]), and in extracts of pea seedlings[6]),[11]) and inflorescences of *Brassica napus*[12]).

The occurrence of gibberellin A_1 in a higher plant adds new significance to the gibberellins and their growth-promoting properties. It leaves little doubt that at least gibberellin A_1 participates directly in the growth regulating system of higher plants. Being unrelated chemically to indole-3-acetic acid, gibberellin A_1 represents an entirely new type of endogenous growth regulator.

We thank Miss M. RADLEY for the biological assays and Dr. L. A. DUNCANSON for determining the infra-red spectra.

Imperial Chemical Industries Limited, Akers Research Laboratories, The Frythe, Welwyn, Herts, England

J. MACMILLAN and P. J. SUTER

Eingegangen am 23. November 1957

[1]) See review by STOWE and YAMAKI: Ann. Rev. Plant Physiol. 8, 181 (1957). — [2]) BRIAN and HEMMING: Physiol. Plantarum [Copenh.] 8, 699 (1955) and earlier papers. — [3]) PHINNEY, WEST, RITZEL and NEELY: Proc. Nat. Acad. Sci. U.S.A. 43, 398 (1957). — [4]) CROSS, GROVE, MACMILLAN and MULHOLLAND: Chem. and Ind. 1956, 954. — [5]) CROSS, GROVE, MACMILLAN and MULHOLLAND: Symposium Lecture, 132nd Meeting Amer. Chem. Soc. New York, Sept., 1957; GROVE, JEFFS and MULHOLLAND: J. Chem. Soc. [London] (in the press). — [6]) RADLEY: Nature [London] 178, 1070 (1956). — [7]) BRIAN: Symp. Soc. Exp. Biol. 11, 166 (1957). — [8]) MITCHELL, SKAGGS and ANDERSON: Science [Lancaster, Pa.] 114, 159 (1951). — [9]) WEST and PHINNEY: Plant Physiol. 31, Suppl., 20 (abstr.) (1956); 32, Suppl., 32 (abstr.) (1957). — [10]) PHINNEY and WEST: Symposium Lecture 132nd Meeting Amer. Chem. Soc. New York, Sept. 1957. — [11]) RADLEY: Ann. of Bot. (in the press). — [12]) LONA: L'Ateneo Parmense 28, 111 (1957).

Blütenbildung bei Bryophyllum durch Extrakt aus Bohnensamen

Die aus dem Kulturmedium des Pilzes Gibberella fujikuroi isolierten Gibberelline vermögen das Wachstum der Pflanzen zu steigern[1]),[2]). Außerdem beeinflussen sie auch die Blütenbildung. Sie können unter anderem bei Langtagpflanzen und bei Lang-Kurztagpflanzen im Kurztag, also unter vegetativen Bedingungen, Blütenbildung hervorrufen, sowie die photoperiodisch ausgelöste Blütenbildung fördern[3-6]). Die kürzlich erfolgte Entdeckung gibberellinartiger Substanzen in Samen[7]) sowie der Befund von A. LANG (persönliche Mitteilung 1957),

Fig. 1. Bryophyllum crenatum, Pflanzen im Kurztag. Die rechte Pflanze erhielt vom 8. 8. bis 12. 8. 57 Bohnenextrakt. Phot. 21. 10. 57

daß durch das flüssige Endosperm von Echinocystis macrocarpa bei Hyoscyamus und Samolus Blütenbildung herbeigeführt werden kann, rechtfertigen die Vermutung, daß Gibberelline auch bei der natürlichen Blütenbildung eine maßgebliche Rolle spielen und irgendwie in Beziehung zu dem schon lange gesuchten Blühhormon stehen könnten. Bei der Verfolgung dieses Problems machten wir auch Versuche mit Extrakten aus Bohnensamen (Phaseolus vulgaris), deren wachstumsstimulierender Einfluß schon bekannt ist[7]). Da die gibberellinartige Wirkung der Samenextrakte bisher nur im Wachstumstest nachgewiesen worden ist, so untersuchten wir den

Einfluß des Bohnenextraktes auch auf die Blütenbildung. Als Testobjekt dienten Kurztagexemplare der Lang-Kurztagpflanze Bryophyllum crenatum, bei denen Gibberelline Blütenbildung hervorrufen[8]).

Die noch unausgewachsenen Samen von Stangenbohnen wurden in Anlehnung an PHINNEY und Mitarbeiter[7]) in gleichen Teilen Aceton und Wasser geschüttelt und das Diffusat eingeengt. Der Rückstand wurde mit Wasser und einem Netzmittel aufgenommen. Von dieser Lösung erhielten 8 Monate alte Kurztagexemplare von Bryophyllum täglich einen, im ganzen 5 Tropfen. Nach 7 Tagen hatten sich die oberen Internodien schon deutlich gestreckt und nach 3 Wochen wurden Blütenstandsanlagen sichtbar, die sich normal entwickelten (Fig. 1). Eine Wiederholung des Versuches mit 5 Monate alten Testpflanzen führte zu gleichem Ergebnis. Ein dritter Versuch mit dem Diffusat aus den Samen einer Buschbohne ergab nur Internodienstreckung, aber keine Blütenbildung. Wir verzichteten daher zunächst auf eine Veröffentlichung. Nachdem es nun aber MACMILLAN und SUTER[9]) gelungen ist, aus Samen von Phaseolus multiflorus Gibberellin A_1 zu gewinnen, messen wir unserem 3. Versuch mit negativem Ergebnis keine besondere Bedeutung mehr bei.

Mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft.

Göttingen, Pflanzenphysiologisches Institut der Universität
R. BÜNSOW, J. PENNER und R. HARDER

Eingegangen am 12. Dezember 1957

[1]) STOWE, B.C., u. T. YAMAKI: Ann. u. Rev. Plant Physiol. 8, 181 (1957). — [2]) BRIAN, P.W., u. J.F. GROVE: Endeavour 16, 161 (1957). — [3]) LANG, A.: Proc. Nat. Acad. Sci. U.S.A. 43, 709 (1957). — [4]) LONA, F.: L'Ateneo Parmense 27, 867 (1956). — [5]) WITTWER, S.H., u. M.J. BUKOVAC: Science [Lancaster, Pa.] 126, 30 (1957). — [6]) BÜNSOW, R., u. R. HARDER: Naturwiss. 44, 453 (1957). — [7]) PHINNEY, B.O., C.A. WEST, M. RITZEL u. P.M. NEELY: Proc. Nat. Acad. Sci. U.S.A. 43, 398 (1957). — [8]) BÜNSOW, R., u. R. HARDER: Naturwiss. 43, 479 (1956). — [9]) MACMILLAN u. P.J. SUTER: Naturwiss. 45, 46 (1958).

Der Einfluß experimentell veränderter Zeitschätzung auf das Heimfindevermögen bei Brieftauben

HOFFMANN[1]) hat die Innere Uhr richtungsdressierter Stare in einem phasenverschobenen Kunsttag verstellt und Ablenkungen der Wahlrichtung gefunden, wie sie auf der Grundlage von Sonnen-Azimut-Orientierung gefordert werden mußten: Links-Ablenkung bei Vor-Umstimmung, Rechts-Ablenkung bei Nach-Umstimmung. K. u. A. RAWSON haben in vorläufig unveröffentlichten Versuchen die Frage gestellt, wie das Heimfindevermögen der Brieftauben von einer derartigen „Umstimmung" beeinflußt wird. Sie erhielten in einer Auflassung bei Vorumstimmung klare Links-Abweichung; weitere 3 Auflassungen hatten neutrale Ergebnisse. — Ich führte deshalb neue Versuche durch und ließ bei insgesamt 25 Verfrachtungen 376 Umgestimmte und 318 Kontrolltiere fliegen. Aus diesen sind die bei Sonnensicht aufgelassenen Tauben zur folgenden Mitteilung herausgegriffen.

Die Versuchstiere wurden zur Umstimmung einem künstlichen Tag-Nachtwechsel unterworfen. Schaltuhren steuerten die elektrische Beleuchtung in zwei lichtisolierten Räumen, in denen die Kontrolltiere (bei Hell-Dunkelwechsel wie unter Außenbedingungen) und die Versuchstiere (bei um 6 Std phasenverschobenem, aber sonst gleichem Hell-Dunkelwechsel) 4 bis 16 Tage für die Auflassungen vorbereitet wurden. Im geschlossenen Auto verfrachtete ich die Tauben zu den Auflaßplätzen, die im wesentlichen in den vier Haupthimmelsrichtungen 8,8 bis 167 km vom Heimatort entfernt lagen. Die Tiere mußten einzeln fliegen, abwechselnd Angehörige der einen und der anderen Gruppe. Ich ermittelte die Abflugrichtungen durch Fernglasbeobachtung und wertete die Peilung in dem Moment, in welchem die Tauben der Sicht entschwanden. Die Tiere waren individuell markiert. Ein ständiger Beobachter notierte am Heimatschlag die Ankunftszeiten der Rückkehrer.

Schon die Abflüge unbehandelter Tauben unterliegen Einflüssen bislang unbekannter Art, welche die Tiere in von Tag zu Tag veränderlichem, aber für jeden Ort in gewissen Grenzen charakteristischem Winkel von der wahren Heimrichtung abweichen lassen[2]),[3]). In Fig. 1 sind deshalb die Abflüge nicht zur wahren Heimrichtung, sondern zum Mittel der Abflüge der Kontrolltauben in Beziehung gesetzt. Dadurch tritt die hier allein interessierende Differenz der beiden Versuchsgruppen rein hervor.

Die Abflüge der um 6 Std vorumgestimmten Tauben unterscheiden sich nach Fig. 1 von denjenigen der Kontrolltauben durch 1. eine Linksabweichung, für die sich ein Mittel von 66° errechnet, 2. eine Zunahme der Streuung.

Die beobachtete Ablenkung (66°) entspricht nicht voll dem erwarteten Winkel (90°). Die Ursache ist wahrscheinlich darin zu suchen, daß viele Tauben noch in Sichtweite auf Grund

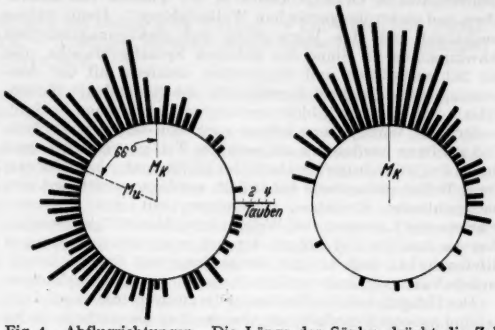


Fig. 1. Abflugrichtungen. Die Länge der Säulen drückt die Zahl der Tauben aus. Radius M_K = mittlere Abflugrichtung der Kontrolltauben, erhalten durch Aufeinanderlegen der Mittel aller Auflaßtage. Die Abflüge der Umgestimmten sind auf das Mittel der Kontrolltauben bezogen. M_U = mittlere Abflugrichtung der Umgestimmten

unbekannter Kriterien korrigieren. Dadurch kann auch die Zunahme der Streuung wenigstens teilweise erklärt werden.

Fig. 2 gibt Auskunft über die Heimkehrleistung der Tauben. Als Maß der Heimkehrschnelligkeit gilt der Quotient Luftlinienentfernung durch Heimkehrzeit. Die Unterlegenheit der Umgestimmten tritt besonders deutlich beim Vergleich der Anteile an langsam und nicht heimgekehrten Tieren hervor.

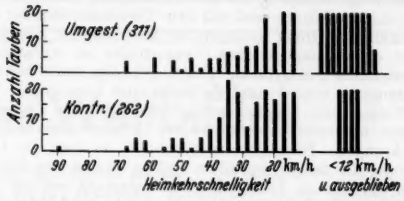


Fig. 2. Heimkehrleistung. Die Länge der Säulen gibt die Zahl der Tauben an (Ordinate), die nach ihrer Heimkehrschnelligkeit (zusammengezogen zu 3 km/Std-Klassen) auf der Abszisse angeordnet sind. In der rechten Spalte stehen die langsam und nicht heimgekehrten Tauben

Eine größere Zahl von umgestimmten Individuen hat sich nachhaltig verflogen, wie auch aus der Anzahl und Verteilung von Wiederfunden hervorgeht.

Die erhaltenen Ergebnisse lassen den Schluß zu, daß die Umstimmung des endogenen Zeitgebers das Heimfindevermögen der Brieftauben so beeinflußt, als ob nach einer schon vorher richtig vollzogenen Lagebestimmung des Auflaßortes nur die Kompaßbestimmung dem experimentellen Eingriff unterliege. Die Befunde widersprechen den von MATTHEWS[4]) veröffentlichten Ergebnissen. — Über weitere Einzelheiten soll an anderer Stelle ausführlich berichtet werden.

Mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft.

Max-Planck-Institut für Meeresbiologie, Abteilung Dr. G. Kramer, Wilhelmshaven
KLAUS SCHMIDT-KOENIG

Eingegangen am 18. November 1957

[1]) HOFFMANN, K.: Z. Tierpsychol. 11, 453 (1954). — [2]) KRAMER, G., J.G. PRATT u. U. v. ST. PAUL: Science [Lancaster, Pa.] 123, 329 (1956). — [3]) KRAMER, G.: Ibis 99, 196 (1957). — [4]) MATTHEWS, G.V.T.: J. of Exp. Biol. 32, 39 (1955).

Besprechungen

Müller, Claus: Grundprobleme der mathematischen Theorie elektromagnetischer Schwingungen. (Grundlehren der Mathematischen Wissenschaften, Bd. 88.) Berlin-Göttingen-Heidelberg: Springer 1957. IX, 344 S., 8 Abb. Gr.-8°. Gzl. DM 52.80.

Das vorliegende Buch von CL. MÜLLER hat nach Ansicht des Ref. nur einen Fehler: Sein Titel ist, wenigstens für den Physiker, irreführend und wäre wohl besser zu ersetzen durch: „Mathematische Grundprobleme in der Theorie von akustischen und elektromagnetischen Wellenfeldern". Denn erstens beschäftigt sich das Werk nicht mit elektromagnetischen Schwingungen im Sinne des üblichen Sprachgebrauchs, also mit Schwingkreisen und dergleichen, sondern mit der Ausbreitung von (zeitlich harmonisch schwingenden) Wellenfeldern, und zwar nicht bloß von elektromagnetischen Feldern, sondern als Vorbereitung hierzu auch von skalaren Feldern. Und zweitens werden nur zu geringem Teil physikalische und für die Praxis wichtige Probleme der (mathematischen) Theorie dieser Wellenausbreitung behandelt, sondern vorwiegend rein mathematische Probleme, angefangen mit den Existenzbeweisen für Lösungen der Wellen- bzw. Maxwellgleichungen, über die Analyse von Fragen der Art, wann stetige Lösungen differenzierbar sind, bis zur Behandlung von Fragen, betreffend die Verträglichkeit von Randbedingungen und dergleichen.

Der Hauptinhalt des Buches ist die zusammenfassende Darstellung neuerer Forschungsergebnisse über die mathematische Struktur der Schwingungsgleichung bzw. der Maxwellgleichungen, wobei immer wieder die Namen A. SOMMERFELD, H. WEYL, F. RELLICH, W. MAGNUS und natürlich CL. MÜLLER auftauchen. Das Buch beginnt mit einem Abschnitt über die Grundbegriffe der Vektoranalysis, wobei besonderer Wert auf eine die Differenzierbarkeit der Feldgrößen nicht voraussetzende Definition der Operatoren grad, div und rot aus Integralsätzen gelegt wird. Es folgt als Vorbereitung für die spätere Integration der Wellengleichung ein sehr origineller und eleganter Abschnitt über die Kugel- und Zylinderfunktionen. Der dritte Abschnitt beschäftigt sich vorwiegend mit der Schwingungsgleichung für ein skalares Feld im homogenen unendlichen Raum, mit der Bedeutung der Sommerfeldschen Ausstrahlungsbedingung als Randbedingung zur eindeutigen Festlegung der Lösung und mit dem Zusammenbau der dieser Schwingungsgleichung genügenden kartesischen Komponenten der elektromagnetischen Vektorfelder zu vollständigen divergenzfreien Feldgrößen. Der vierte Abschnitt behandelt die Erzeugung von $\mathfrak{E}$- und $\mathfrak{H}$-Feldern im homogenen Raum durch Volum- bzw. Flächenströme und enthält im Zusammenhang mit letzteren bemerkenswerte differentialgeometrische Entwicklungen. Es folgt ein Abschnitt, in dem die lineare Zuordnung der felderzeugenden Ströme zu den von ihnen erzeugten Feldern als Transformation aufgefaßt und als solche behandelt wird. Schließlich kommen noch drei kürzere, mehr für die Praxis bedeutsame Abschnitte über die Wellenausbreitung im inhomogenen Raum, über ein spezielles Randwertproblem und über die Strahlungscharakteristik, also über die Richtungsverteilung der Ausstrahlung eines Stromsystems.

Das Buch zeichnet sich durch mathematische Strenge und sehr klar gegliederten Aufbau aus. Seine 74 Sätze und 118 Lemmata fassen das Wesentliche dessen zusammen, was heute vom Standpunkt des Mathematikers über die Schwingungsgleichung und im besonderen auch über die Maxwellgleichungen gesagt werden kann. Für den Durchschnittsphysiker, der gewohnt ist, stets von vornherein nur mit „vernünftigen", d.h. durchwegs differenzierbaren Funktionen zu rechnen, ist freilich der größte Teil dieser Sätze uninteressant; bringen sie doch für ihn praktisch nur die mathematische Sanktionierung seiner seit vielen Jahrzehnten angewandten Rechenmethoden. Vielleicht liegt aber gerade für den rechnenden Physiker der besondere Wert des Müllerschen Buches in der erneuten und eindringlichen Mahnung, einmal auch über die mathematischen Grundlagen seiner Rechentechnik nachzudenken und sie an einem konkreten Beispiel durchzuarbeiten, so wie es der Verf. in nachahmenswerter Weise am Beispiel der Schwingungs- und der Maxwellgleichungen getan hat.

F. SAUTER (Köln)

Halbleiterprobleme. Bd. 1. Hrsg. und kommentiert von W. SCHOTTKY. Braunschweig: F. Vieweg & Sohn 1954. V, 395 S. u. 111 Abb. Geb. DM 28.80.

Der vorliegende Band ist der erste einer jährlich erscheinenden Folge, die die jeweils im Herbst auf der Sitzung des Halbleiterausschusses des Verbandes Deutscher Physikalischer Gesellschaften gehaltenen Referate zusammenfaßt. Prof. SCHOTTKY, der im Frühjahr 1953 den Halbleiterausschuß ins Leben gerufen hat, machte mit diesem Band den Anfang zu einem Kompendium des Halbleitergebietes. Inzwischen sind zwei weitere Bände erschienen. Die Vorträge behandeln größere, aktuelle und in der Entwicklung begriffene Teilgebiete und können jeder für sich gelesen werden, wobei Hinweise auf vorhandene Literatur auch dem Nicht-Spezialisten das Eindringen in das betreffende Teilgebiet erleichtern. Der Herausgeber hat sich nicht nur die Mühe gemacht die einzelnen Referate (Bindungsfragen, elektronische Leitungsvorgänge, Störstellen, Randschichten in Halbleitern, Transistoren) ausführlich zu kommentieren, sondern hat darüber hinaus selbst den größten Beitrag über das Thema „Statistische Halbleiterprobleme" geliefert.

H. WEISS (Nürnberg)

Electron Microscopy. Proceedings of the Stockholm Conference 1956. Hrsg. von F. S. SJÖSTRAND und J. RHODIN. Stockholm: Almquist & Wiksell 1957. XI, 355 S. u. 493 Abb. Sw. kr. 85.—.

Der vorliegende Bericht über die „First European Regional Conference on Electron Microscopy" in Stockholm vom 17.—20. 9. 1956 ist dem Andenken des Mannes gewidmet, dessen Aktivität der Zusammenschluß der nationalen Gesellschaften für Elektronenmikroskopie zu einer internationalen Rahmenorganisation und damit auch das Zustandekommen der Stockholmer Tagung zu verdanken ist, des zwei Monate vor der Tagung verstorbenen Begründers und ersten Präsidenten der „International Federation of Electron Microscope Societies", BODO VON BORRIES. Die zunehmende Bedeutung der elektronenmikroskopischen Untersuchungsmethode insbesondere für die medizinisch-biologische Forschung wird daran deutlich, daß über die Hälfte aller Vorträge über Ergebnisse aus diesen Anwendungsgebieten berichtet, für welche die großen Fortschritte der Dünnschnittechnik in den vergangenen Jahren viele neue Möglichkeiten erschlossen haben. Die Verbesserung des Auflösungsvermögens des Elektronenmikroskops wird besonders an den von MENTER und von NEIDER gezeigten Abbildungen von dünnen Phthalocyanin-Einkristallen deutlich, in denen nicht nur Netzebenen des Kristallgitters mit Abständen von 11 bis 12 Å deutlich getrennt aufgelöst, sondern auch Störstellen im Gitter erkennbar werden. Eine Reihe von Arbeiten berichten über neue Anwendungsgebiete der direkten Kohlenstoffbedampfungsmethode nach BRADLEY; unter diesen erscheint dem Ref. besonders die Arbeit von KLEIN über die Feinstruktur der Silberhalogenidkristalle in photographischen Emulsionen interessant. Der Tagungsband ist insofern nicht ganz vollständig, als 38 der insgesamt 176 auf der Tagung gehaltenen Vorträge nicht aufgenommen und aus Raumgründen in einigen der gedruckten Arbeiten der Text gekürzt sowie sämtliche Zusammenfassungen und ein Teil der Abbildungen (sicher in vielen Fällen zum Kummer der Autoren) gestrichen worden sind. Die Tatsache, daß zwischen dem Tode von B. v. BORRIES und dem Beginn der Tagung im Gegensatz zu einer früheren Regelung Englisch zur einzigen Tagungssprache erklärt wurde, hat nicht verhindern können, daß ein Teil der Arbeiten doch in deutscher und französischer Sprache erschienen sind. Verglichen mit Berichten von früheren vergleichbaren Tagungen erscheint die Zeitspanne bis zum Erscheinen des Berichtes, der schon im Frühsommer 1957 im Buchhandel erhältlich war, ungewöhnlich kurz. Die gute Papierqualität ermöglicht eine befriedigende Wiedergabe der oft recht kontrastarmen elektronenmikroskopischen Aufnahmen.

FRIEDRICH LENZ (Aachen)

Berichtigung

zu der Kurzen Originalmitteilung „Kultur isolierter Koniferenembryonen II" von H. BARTELS [Naturwiss. **44**, 595 (1957)]. Die Figur ist um 180° zu drehen.

Herausgeber und verantwortlicher Redakteur: Professor Dr. Ernst Lamla, Göttingen. — Verantwortlich für den Anzeigenteil: Günter Holtz, Berlin W 35, Reichpietschufer 20. — Springer-Verlag, Berlin-Göttingen-Heidelberg. — Druck der Universitätsdruckerei H. Stürtz AG., Würzburg. — Printed in Germany

Vom Ursprung und Ende der Metaphysik

Eine Studie zur Weltanschauungskritik. Von **Ernst Topitsch**, Professor an der Universität Wien. IV, 320 Seiten Gr.-8°. 1958. Ganzleinen DM 26.—

Inhaltsverzeichnis: Einleitung. — Die Grundformen des Denkens im Mythos. — Entfaltung und Verfall der Hochmythologie. — Der Kosmos der Philosophie. — Tradition, Ideologie und Wissenschaft. — Ergebnisse und Folgerungen. — Literatur- und Namenverzeichnis.

In diesem Buch entwickelt der Verfasser Gedankengänge, die mit fast herausfordernder Kühnheit von den herkömmlichen Ansichten abweichen. Von verwandten Untersuchungen unterscheidet es sich dadurch, daß es sich nicht auf eine Analyse der traditionellen philosophischen Systeme beschränkt, sondern zu ursprünglicheren Formen der Weltauffassung vorzudringen sucht, die bereits im Denken der alten Hochkulturen Ägyptens, Mesopotamiens und Chinas voll ausgebildet sind und wahrscheinlich bis tief in die Vorgeschichte zurückreichen. Dieses mythische Weltbild ist in den elementaren Vorgängen der gesellschaftlichen Produktion und Reproduktion des Lebens verwurzelt, nach deren Analogie der Kosmos als Lebewesen, Sozialgebilde oder Artefakt gedeutet wird; umgekehrt werden die menschlichen Verhältnisse dem so geschaffenen Bild des Universums untergeordnet. Wenn die Astrologie die Sterne zu Herrschern macht, die über die irdischen Verhältnisse Gewalt haben, wenn für das Gottesgnadentum der König ein Beauftragter des Himmelsherrn ist und die Architektur die Kathedrale als Abbild der Himmelsstadt auffaßt, so sind alle diese bis tief in die europäische Neuzeit wirksamen Motive nur Nachklänge jener altorientalischen Hochmythologie. Die antike und mittelalterliche Philosophie ist in diese Weltauffassung eingebettet geblieben, ja sie ist in vieler Hinsicht nur deren rationalisierte und verblaßte Nebenform. Dies wird in eindringenden Analysen der Vorsokratiker und der platonisch-aristotelischen sowie der stoischen und der neuplatonischen Tradition aufgezeigt, wobei die Probleme des Naturrechtes, der Theodizee, der Willensfreiheit und der analogia entis besondere Berücksichtigung erfahren. Nur langsam löst sich die Neuzeit von jenen Denkformen, die noch in der Aufklärung und im Marxismus machtvoll weiterwirken. Erst heute sind wir dank der Fortschritte der Wissenschaftstheorie und Kultursoziologie imstande, den Aufbau derartiger vorwissenschaftlicher Weltbilder völlig zu durchschauen und die Grenzen ihrer Geltung und Leistungsfähigkeit abzustecken.

SPRINGER-VERLAG / WIEN

Die Mechanisierung des Weltbildes

Von Dr. **E. J. Dijksterhuis**, a. o. Professor für Wissenschaftsgeschichte an den Universitäten zu Leiden und Utrecht, Bilthoven/Holland. Ins Deutsche übertragen von Helga Habicht, Heidelberg. Mit 47 Abbildungen. VII, 594 Seiten Gr.-8°. 1956. Ganzleinen DM 36.—

Aus den Besprechungen: ... Dieses Buch gibt eine großartige Zusammenschau, im besten Sinne des Wortes „Studium generale" für uns Naturwissenschaftler: Am Anfang steht eine geballte Darstellung der griechischen Denkerschulen, ebenso, wie sie für uns bedeutungsvoll geworden sind, als Umwelt des Geistes, als Ansporn, als Hemmschuh. An dieses Bild knüpft Dijksterhuis seine Auseinandersetzung mit der Mathematik und Astronomie der Antike in ihrem großartigen Werden und zeigt, wieso damals zwar noch die Ansätze zu einer Mechanik, aber keine Physik und Technik darüber hinaus entstanden sind, trotz Archatas, Archimedes und Heron. Es folgen wertvolle Abschnitte über das Mittelalter, besonders die scholastische Wissenschaft, die in einem Lichte erscheint, wie es zwar den Historikern unter uns, kaum aber dem Naturwissenschaftler im allgemeinen bekannt sein wird: Dijksterhuis durchleuchtet diese Epoche und deckt Linien auf, die zu dem Aufschwung an der Wende von 1470 hinführen: Von da über Copernicus, Brahe, Galilei und Kepler zu Newton führt eine dramatisch gesteigerte Folge; ... Inmitten einer ganz anders gerichteten Welt entsteht die klassische Mechanik im Barock und wird, nach ihrem triumphalen Erfolg bei der Bewältigung des Planetenproblems, zu einer geistigen, das Denken bis zum Weltbild prägenden Kraft. Das Zusammenspiel des Denkens, in Gestalt von Formeln in neuer Weise schon mechanisiert, und des zielbewußten Experiments — beides der Antike in dieser Art fremd — wird kennzeichnend für eine neue Zeit, eine neue Wissenschaft. Es führt weit hinaus über die Welt der Alten. Aber es führt auch bald zur Überschätzung der Möglichkeiten der Mechanik als Vorbild der Physik — und später zur Erkenntnis der Grenzen ...

Professor Ullrich, Gießen, in „Die Naturwissenschaften"

SPRINGER-VERLAG / BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG

Soeben erschien: *Januar 1958*

Static Electrification

By

Leonard B. Loeb

Ph. D. Professor of Physics,

University of California, Berkeley, Cal./USA.

Mit 63 Figuren. XII, 240 Seiten Gr.-8°. 1958. Ganzleinen DM 48.—

In englischer Sprache.

Table of Contents: Dedication. — Preface. — Acknowledgements. — Introduction. — **I. Static electrification by electrolytic process.** Basis principles in terms of galvanic action from metal surfaces. Nature of systems leading to charge separation and their limitations. Do adequate aqueous surface films exist for electrolytic charging? Past evidence of electrolytic charging. Electrical endosmosis, streaming potentials, and cataphoresis (Verified aspects of electrolytic charging). The more accurate calculation of the double layer characteristics including ions of both signs. The Workman-Reynolds freezing potential. Summary and conclusions. — **II. The contact potential difference or volta potential.** Introduction. The metallic state energy bands, the Fermi law and basic principles. Surface structure and the work function in relation to the Fermi level. Influences modifying the work function. The contact potential difference. The measurement of contact potential and/or work function. Discussion and conclusion. — **III. Static charging by spray electrification.** Introduction. The Existence of an electrical double layer at gas-liquid interfaces. Relative potentials in double layers of water in relation to surface tension, for salt, acid and organic solutes. The spray electrification phenomena. Spray electrification of water in relation to thunderstorms electrification. Homogeneous or symmetrical charging of liquid droplets on dispersion. Asymmetric charge distribution of droplets of micron size from bursting of small air bubbles in concentrated solutions. Conclusions. — **IV. Mechanisms of electrification on solid-solid contact.** Introduction. Quantitative measuring techniques and the influence of electrical fields. Initial investigation of controlled contact electrification of metal-inorganic insulator systems. Electrification of dusts on dispersion and impact on surfaces. The contact charging by rolling of inorganic insulator spheres on metal surfaces. Extension of Peterson's investigation by Wagner. Contact charging of ice on ice. Other possible charge transfer mechanisms. — **V. The generation of static charges by processes involving ionization of gases and miscellaneous other matters.** Introduction. Various gaseous electronic mechanisms. Static elimination. Thunderstorm electrification. Protection against lightning stroke. — Author Index. Subject Index.

Das Buch faßt vieljährige systematische Untersuchungen eines der führenden amerikanischen Physiker über die vielseitigen Aspekte des Problems der statischen Aufladung zusammen, eines Problems, dem in den verschiedensten Industriezweigen erhebliche praktische Bedeutung zukommt. Die Darstellung wendet sich an exakte Wissenschaftler und Ingenieure, also einen Kreis verschiedener Vorbildung und Interessen und geht daher bei der Diskussion der einzelnen Quellen der statischen Aufladung jeweils von den physikalischen Grundlagen aus, die lehrbuchmäßig entwickelt werden und schließlich dem Leser den Weg weisen, auf dem die Lösung technischer Probleme zu finden ist.

SPRINGER-VERLAG / BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG